



Roberto Decarli  
INAF-OAS Bologna

Una nuova finestra sul cosmo:  
il telescopio spaziale James Webb



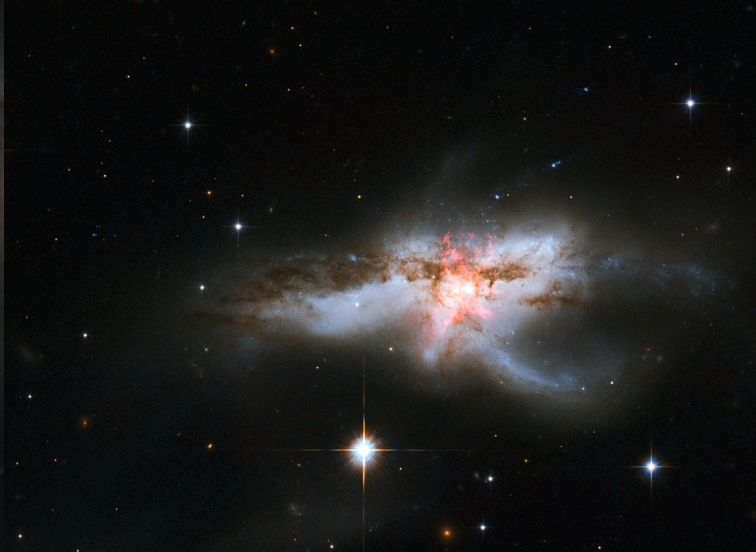


Crediti: ESO / Y. Beletsky

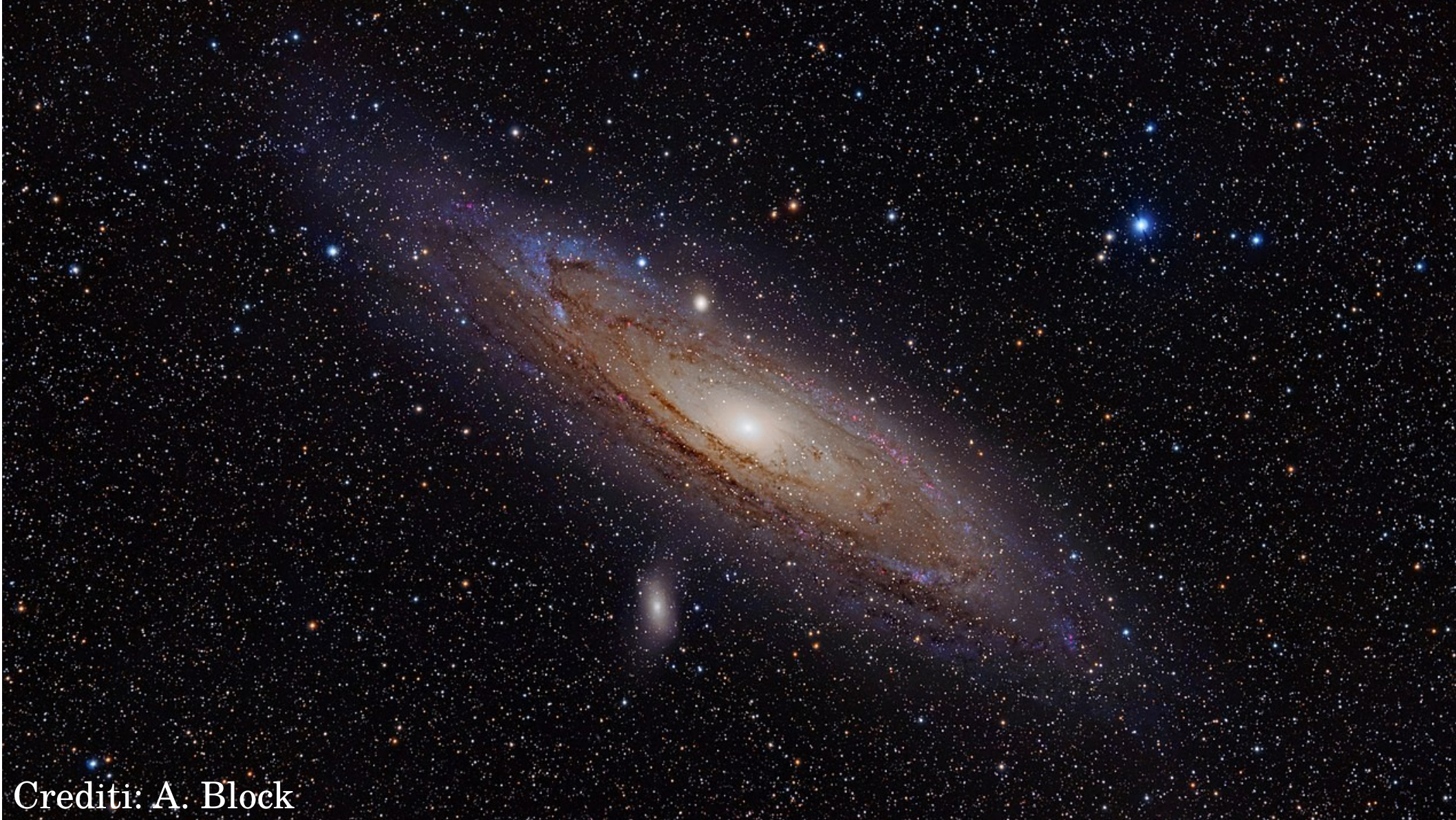
Stelle

Polvere  
galattica

Crediti: ESO / Y. Beletsky



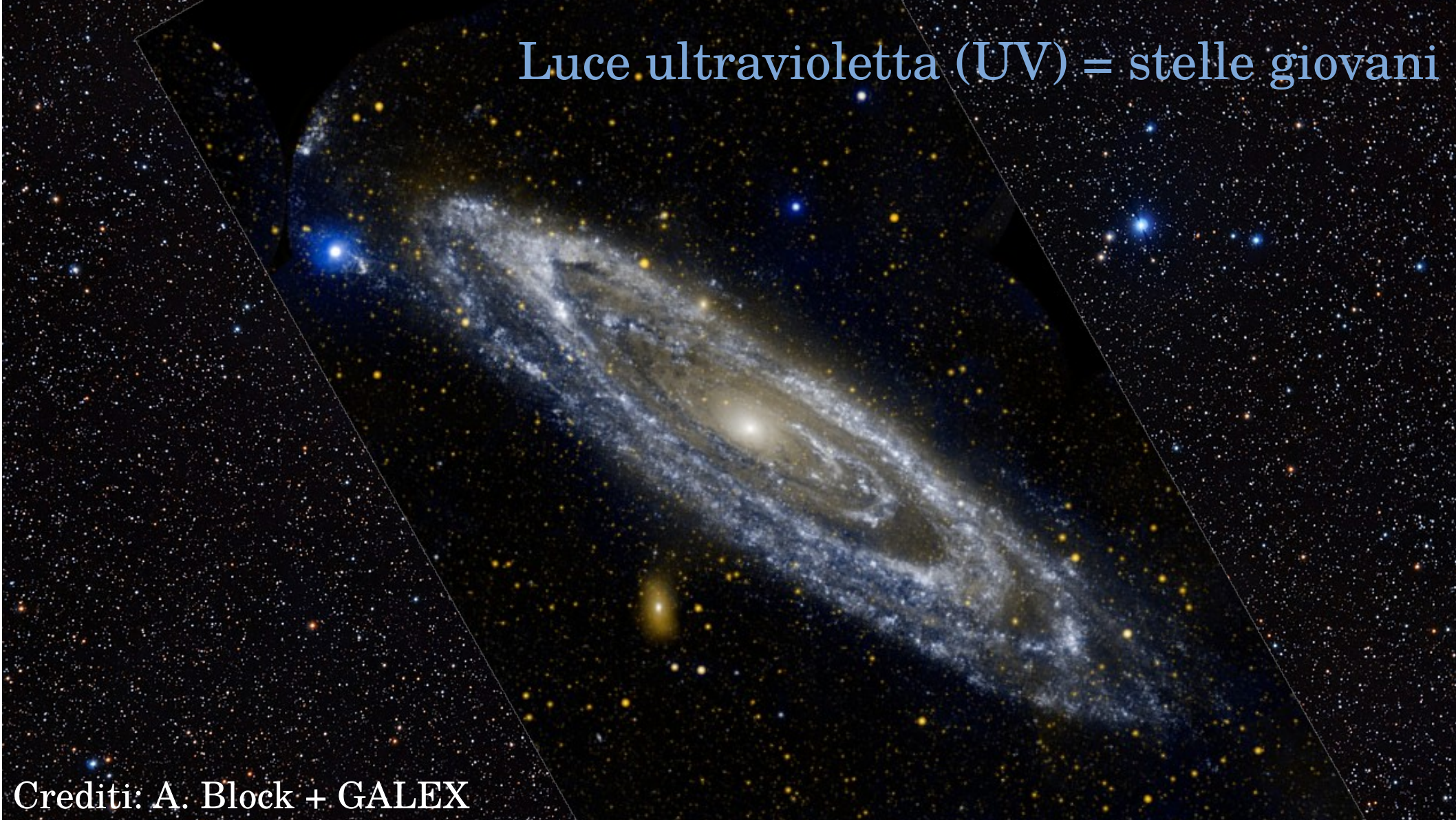
Crediti: NASA / ESA



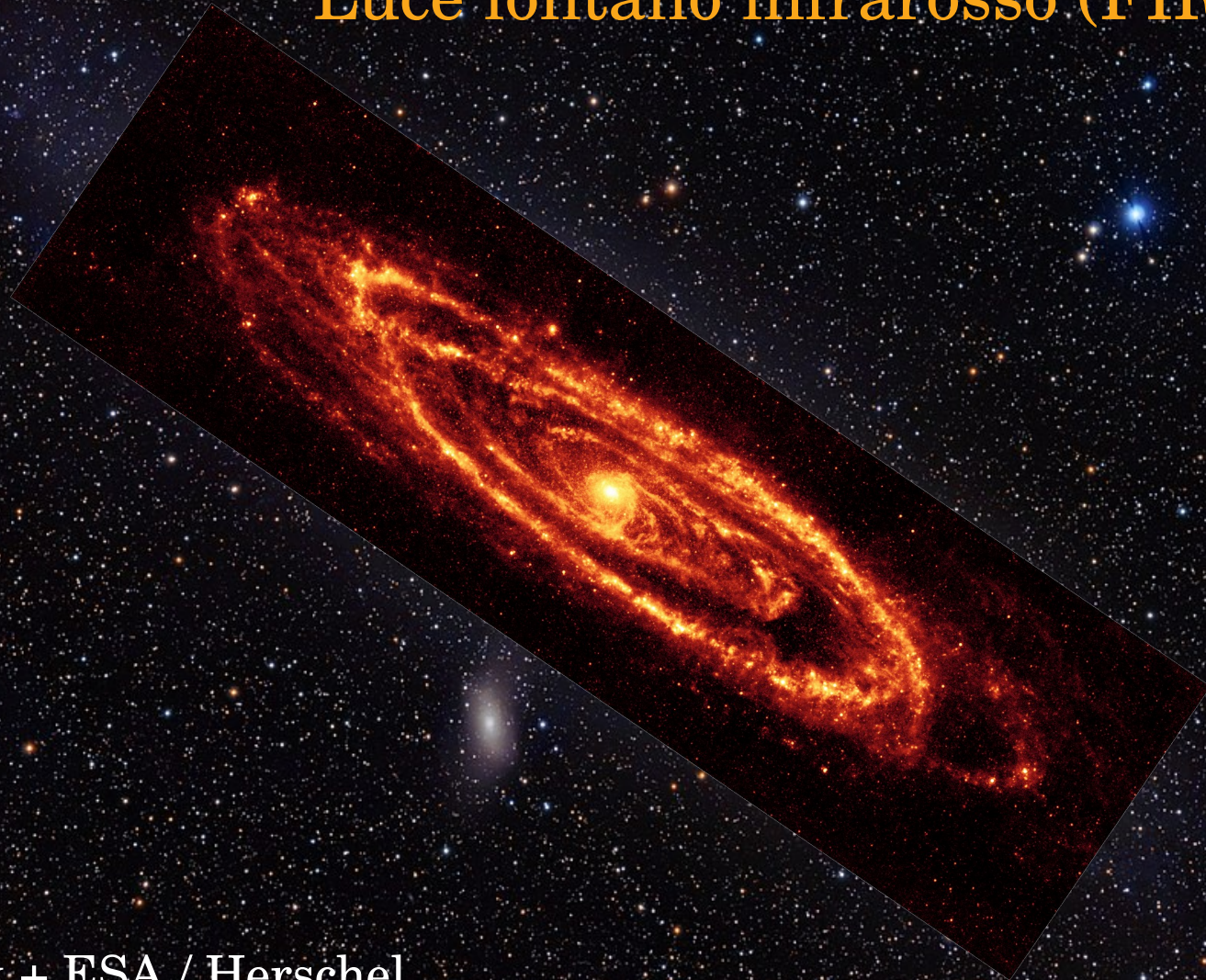
Crediti: A. Block

Luce ultravioletta (UV) = stelle giovani

Crediti: A. Block + GALEX



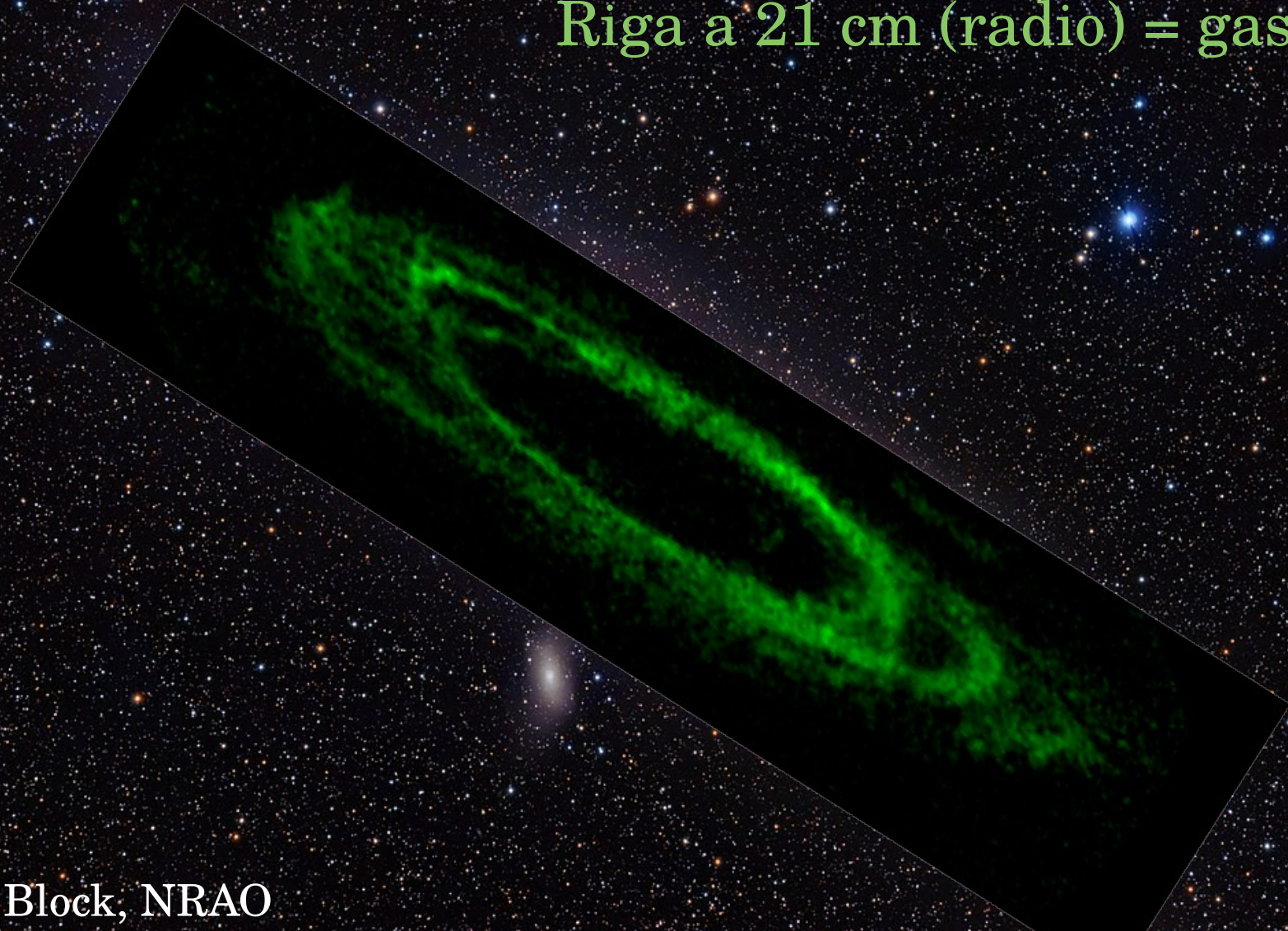
Luce lontano infrarosso (FIR) = polveri



Crediti: A. Block + ESA / Herschel



Riga a 21 cm (radio) = gas neutro



Crediti: A. Block, NRAO

Luce righe molecolari (mm) = gas molecolare



Crediti: A. Block, A. Schruba

Come si studiano la formazione  
ed evoluzione delle galassie?

# Come si studiano la formazione ed evoluzione delle galassie?

1) Studiare **come formano le stelle**

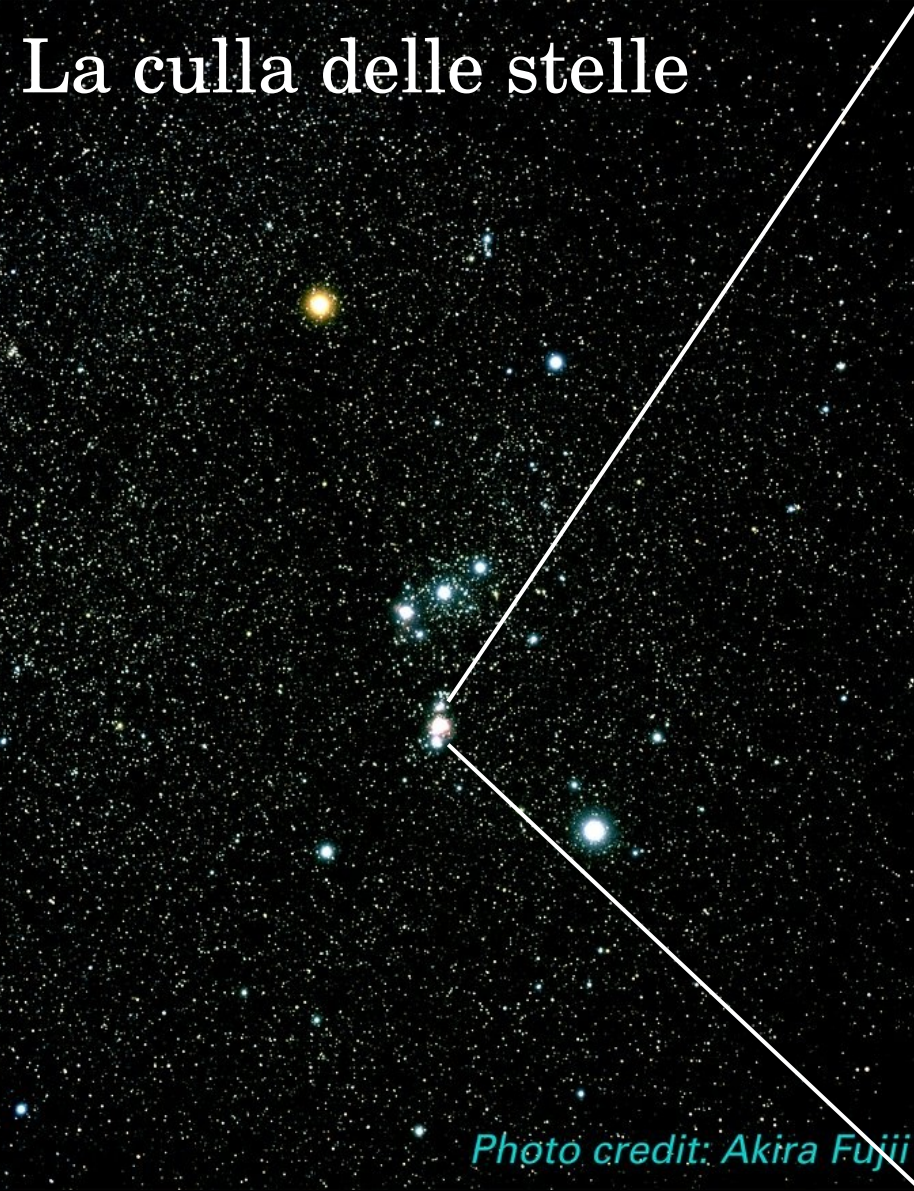
2) Studiare **come si evolvono nel tempo**

# La culla delle stelle



*Photo credit: Akira Fujii*

# La culla delle stelle

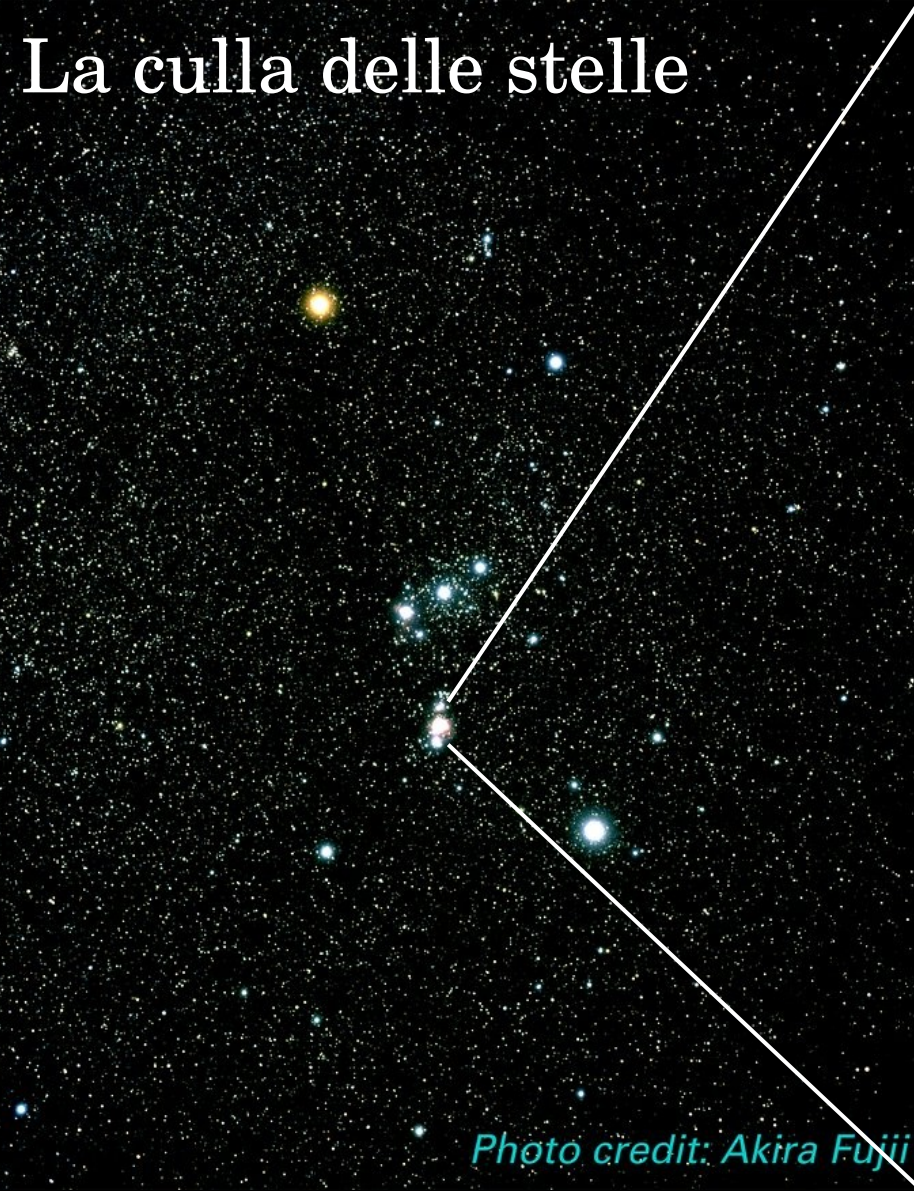


*Photo credit: Akira Fujii*

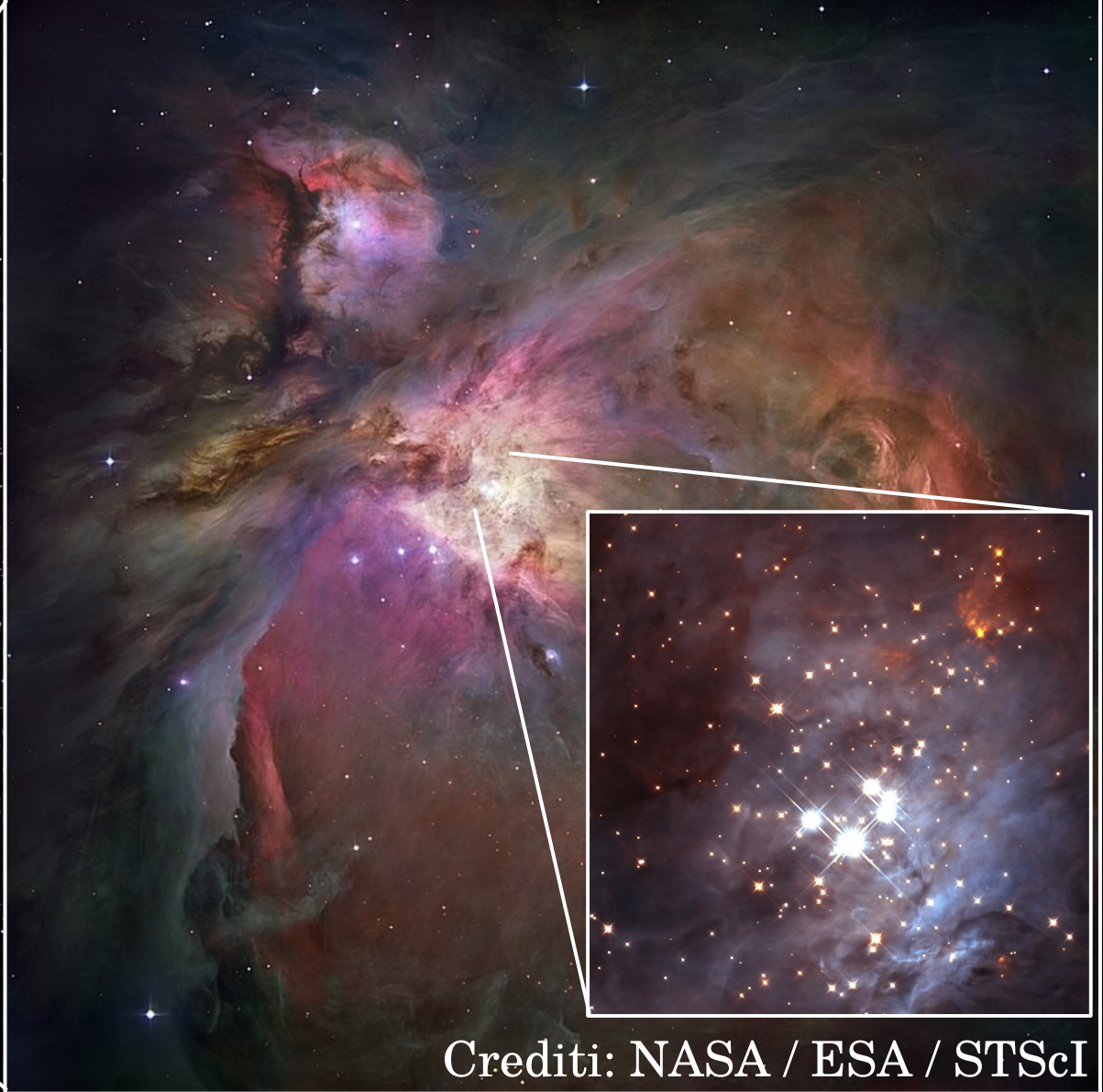


Crediti: NASA / ESA / STScI

# La culla delle stelle

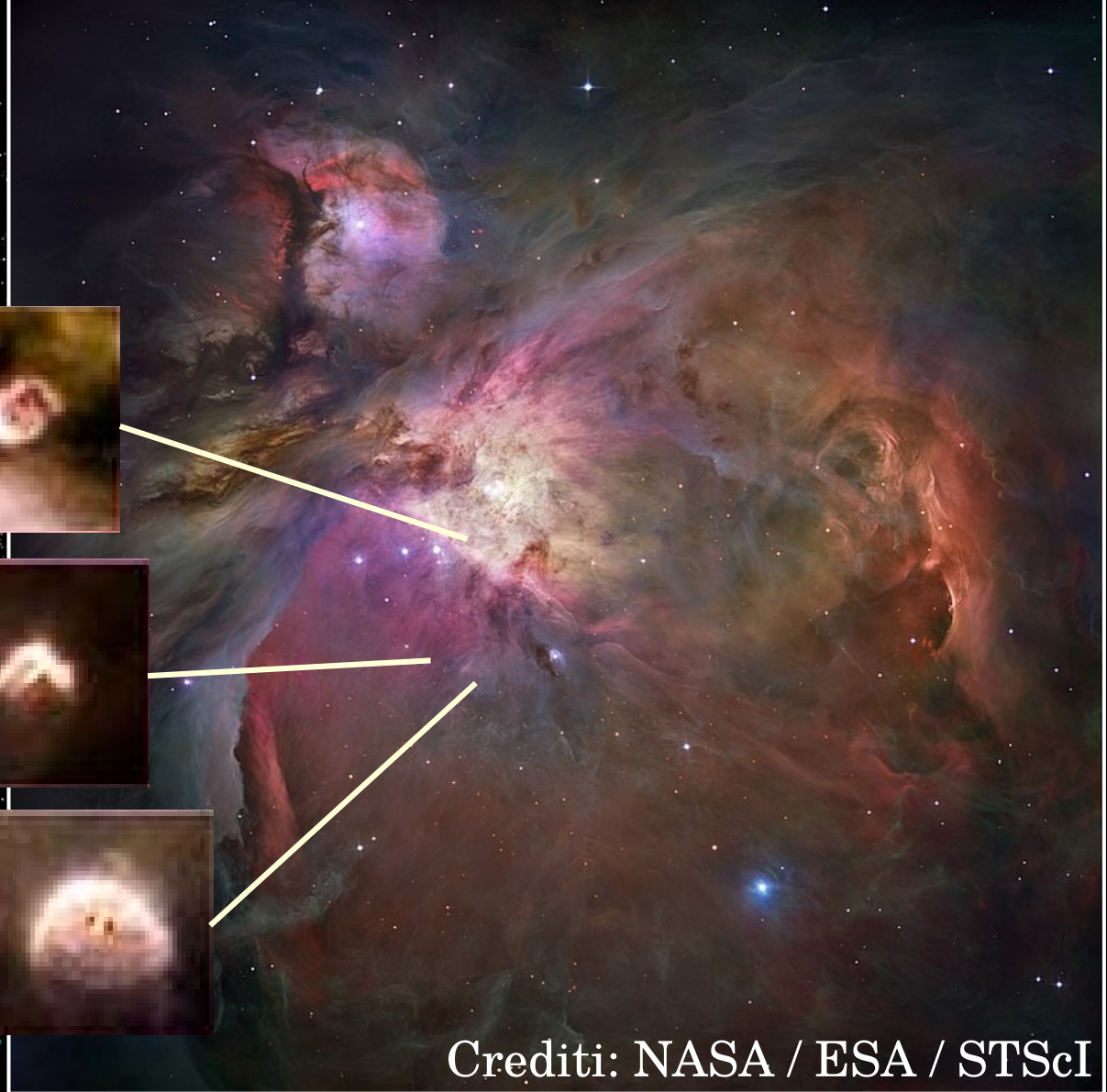
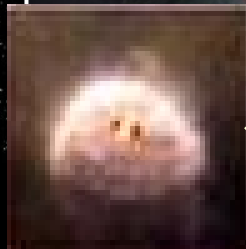
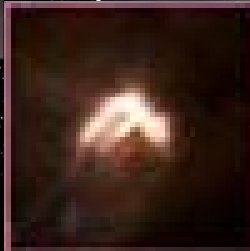
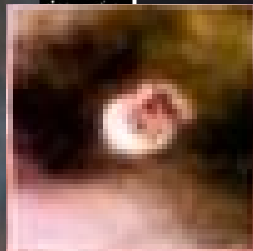


*Photo credit: Akira Fujii*



Crediti: NASA / ESA / STScI

# La culla delle stelle



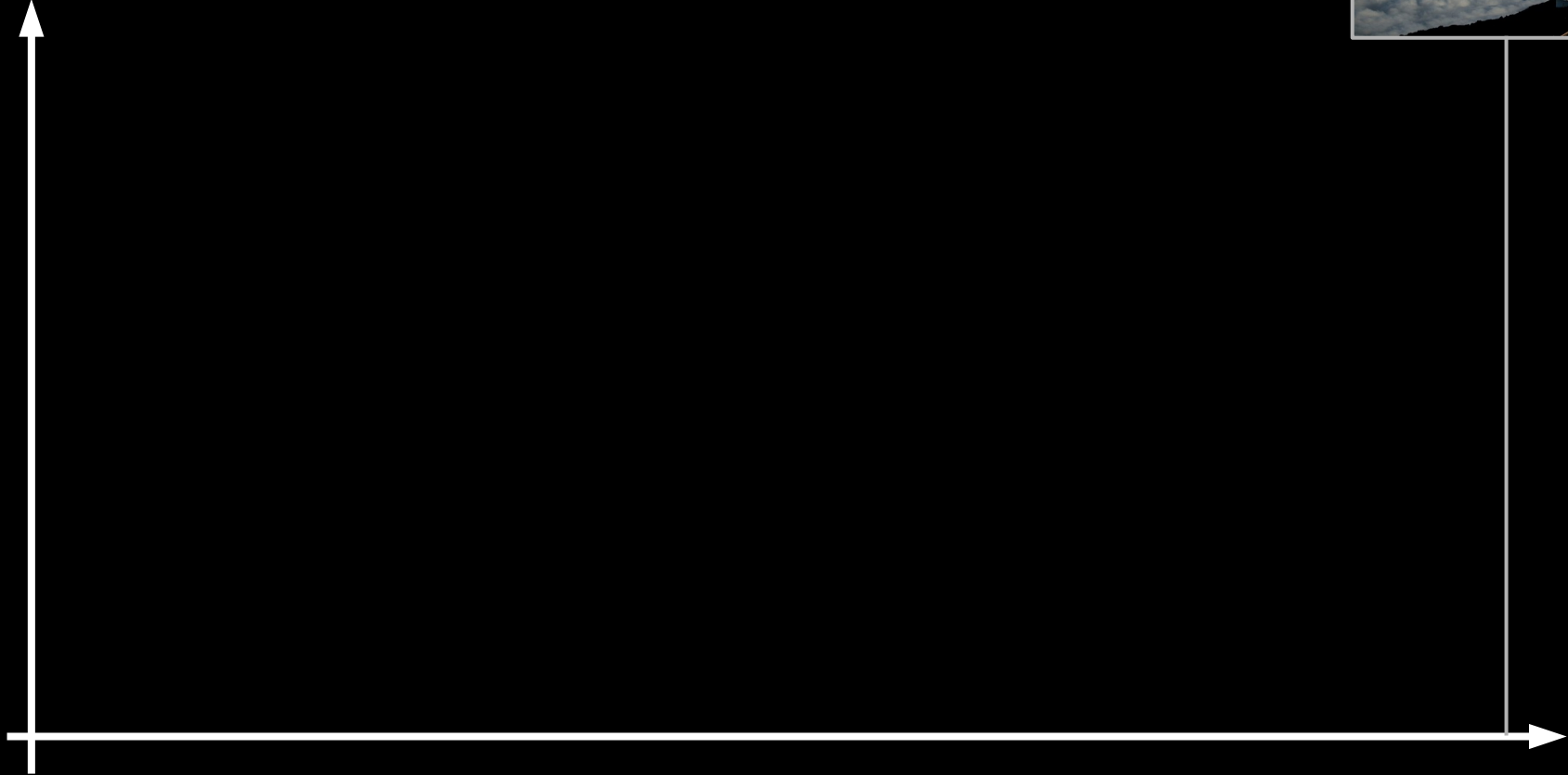
*Photo credit: Akira Fujii*

Crediti: NASA / ESA / STScI



# La macchina del tempo cosmica

Tempo



Spazio

# La macchina del tempo cosmica

Tempo



Spazio

# La macchina del tempo cosmica

Tempo



Velocità della luce = infinita



Spazio

# La macchina del tempo cosmica

Tempo



Velocità della luce non infinita

Spazio



# La macchina del tempo cosmica

Tempo

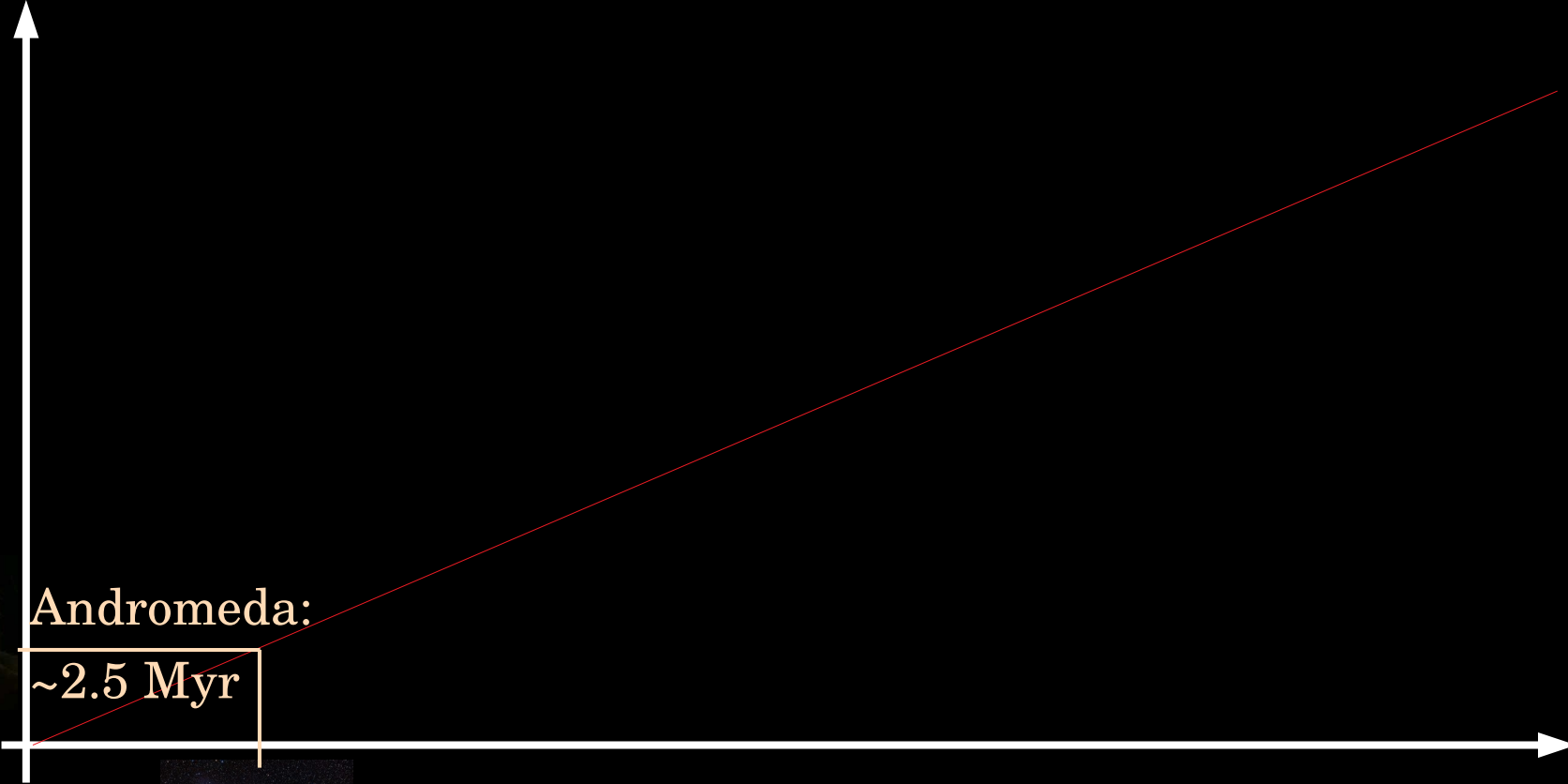


Velocità della luce non infinita

Spazio

# La macchina del tempo cosmica

Tempo



Spazio

# La macchina del tempo cosmica

Tempo

Spazio



Andromeda:

~2.5 Myr

M58:

~65 Myr



# La macchina del tempo cosmica

Tempo

Spazio



Andromeda:

~2.5 Myr

M58:

~65 Myr

Coma: ~340 Myr





# La macchina del tempo cosmica

Tempo



Andromeda:

~2.5 Myr

M58:

~65 Myr

Coma: ~340 Myr

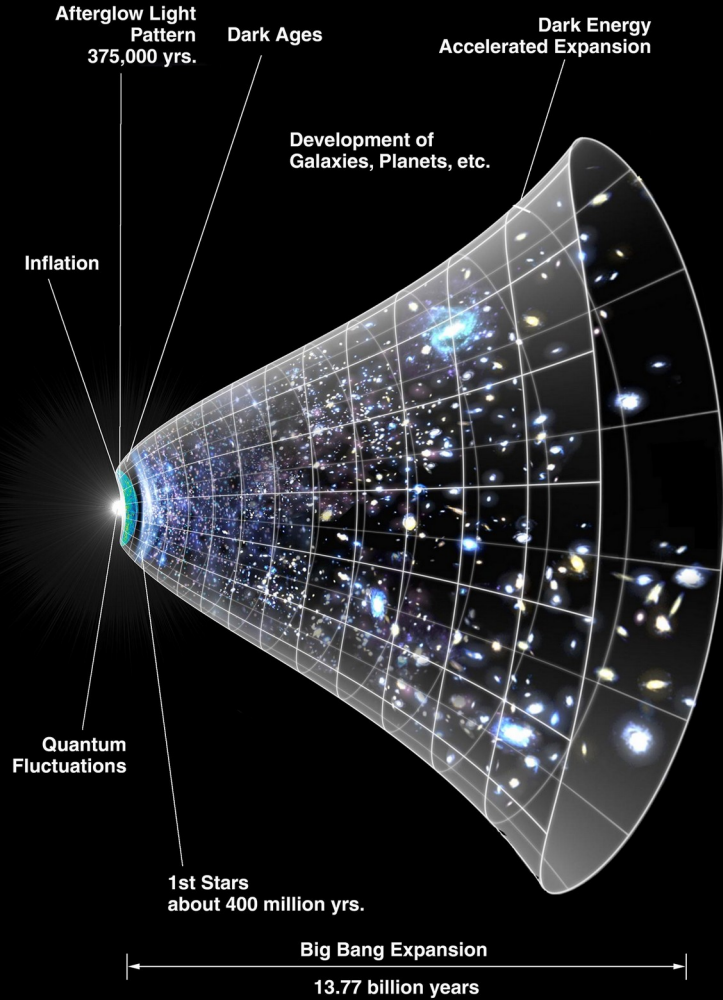
3C273: ~2.4 Gyr

Spazio

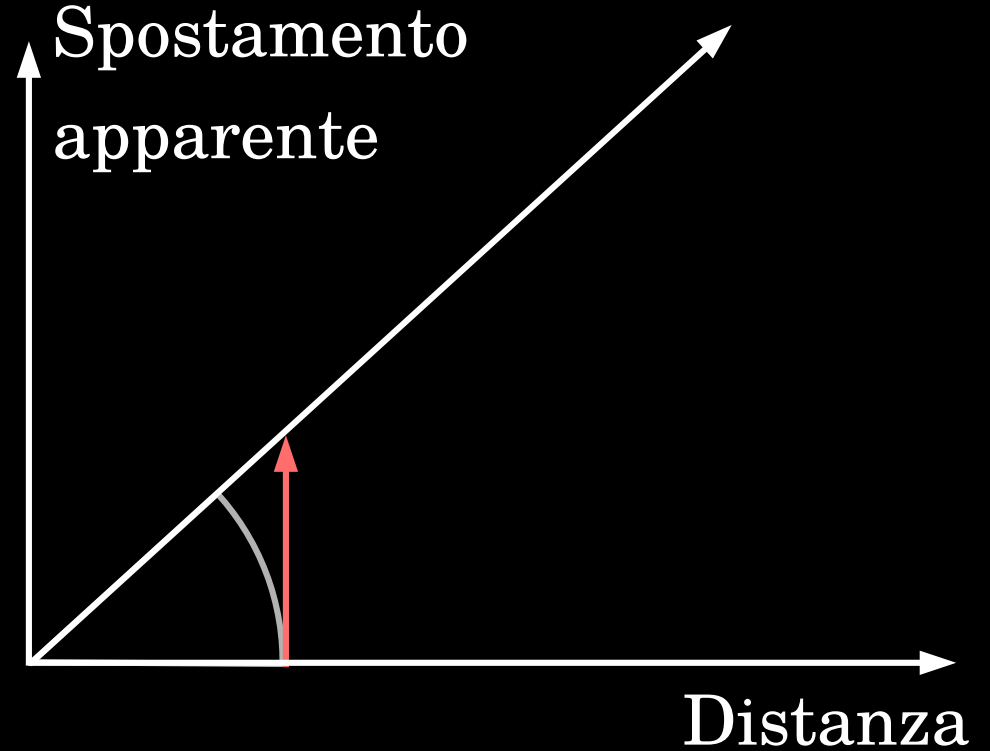
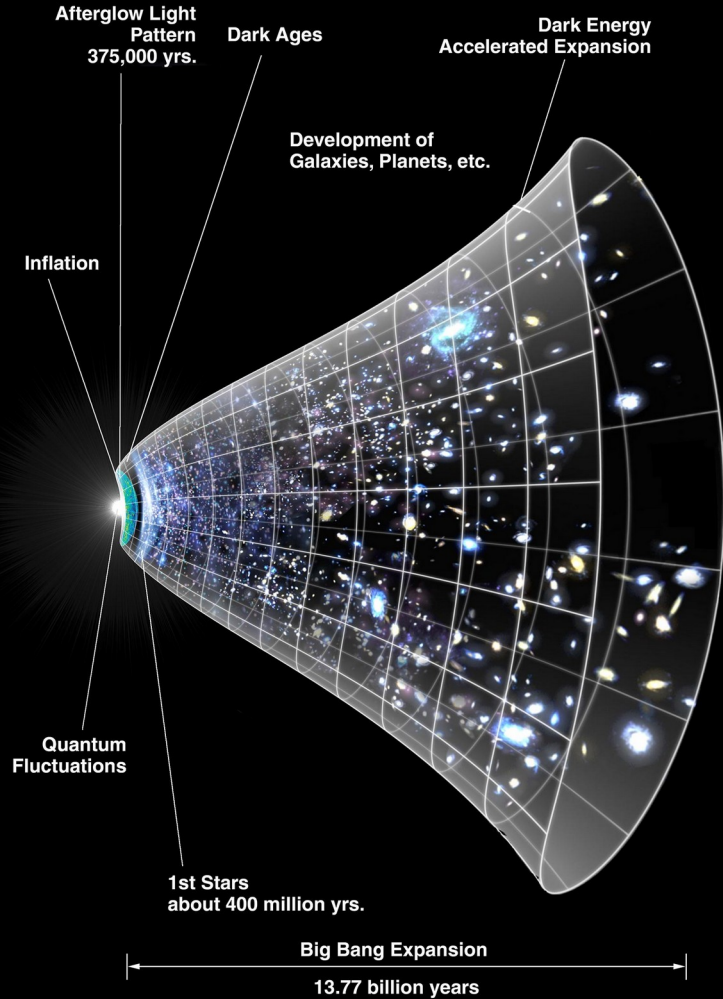


Un ingrediente in più: l'Universo in espansione

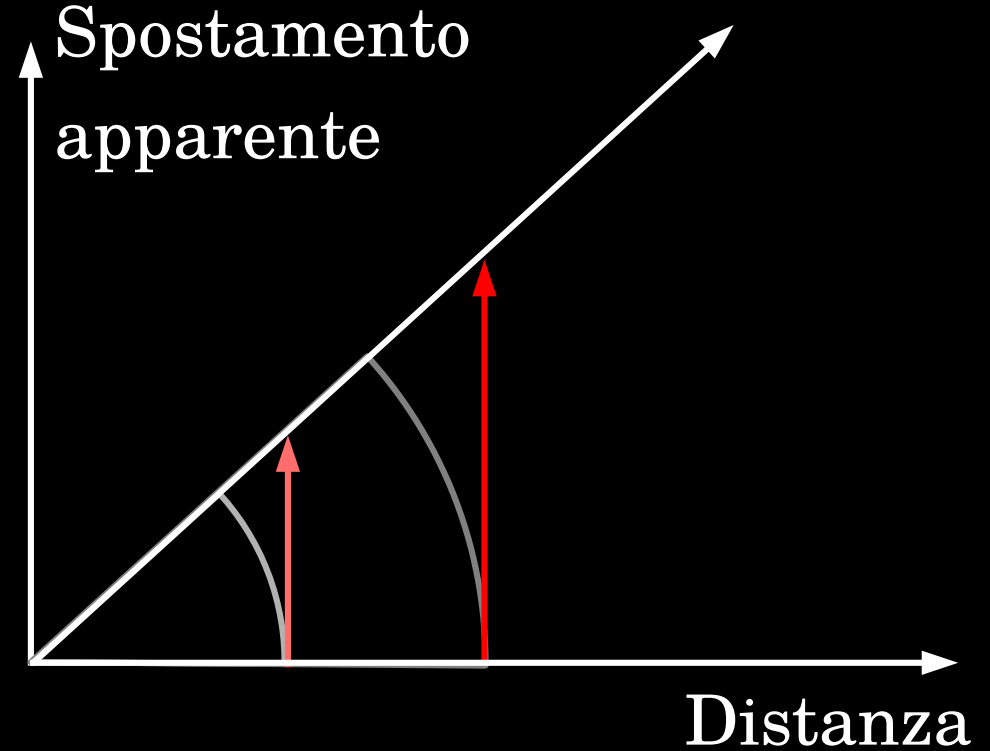
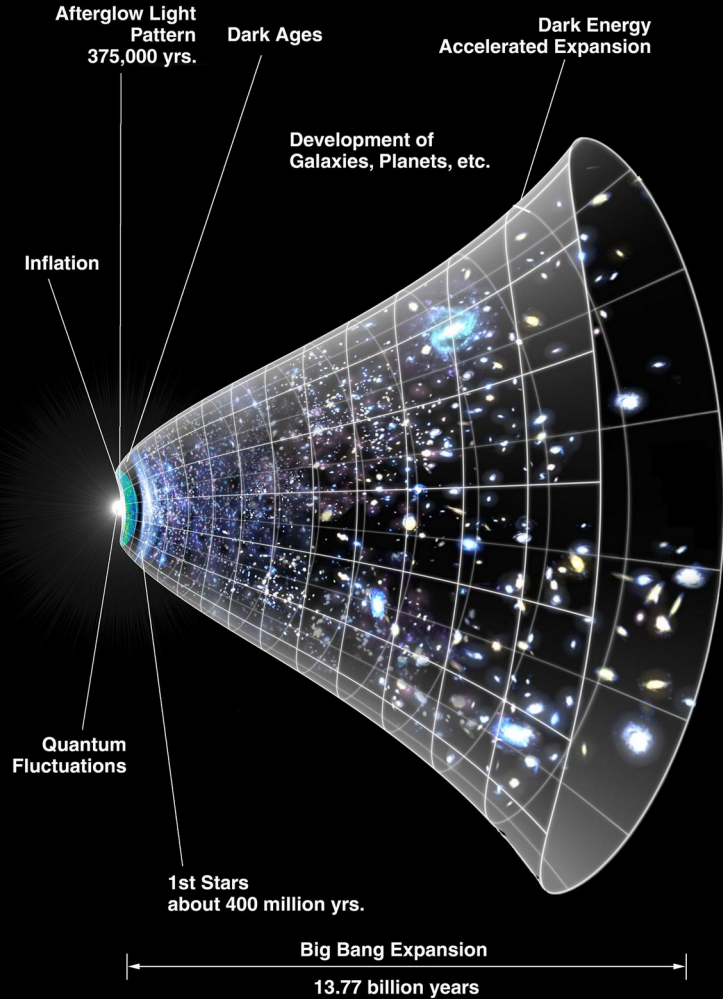
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



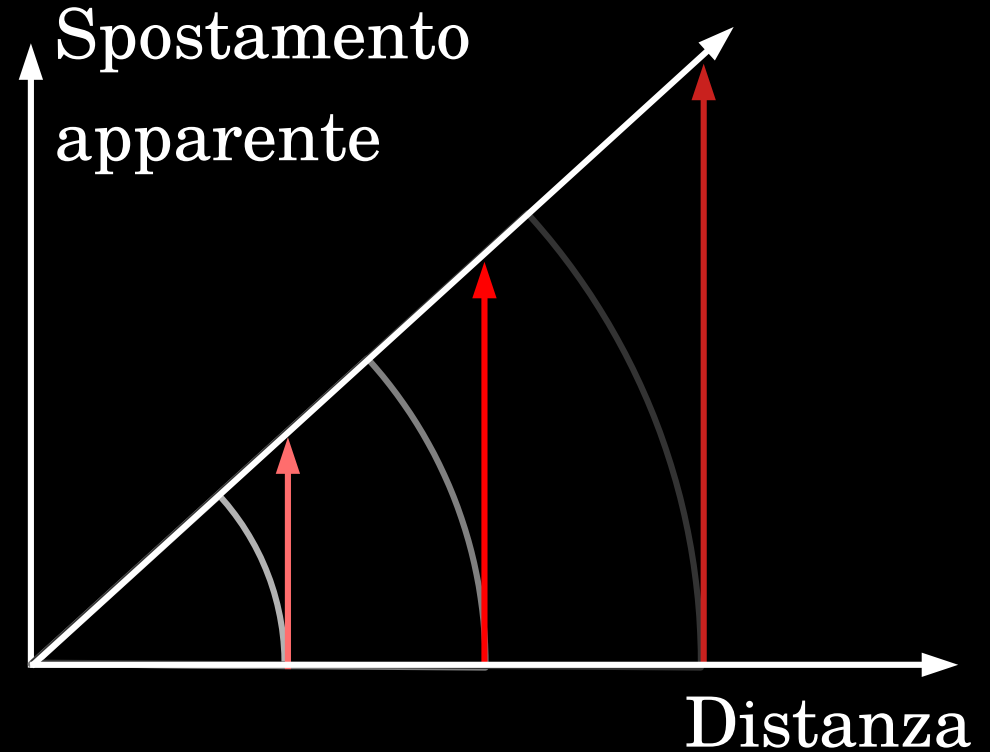
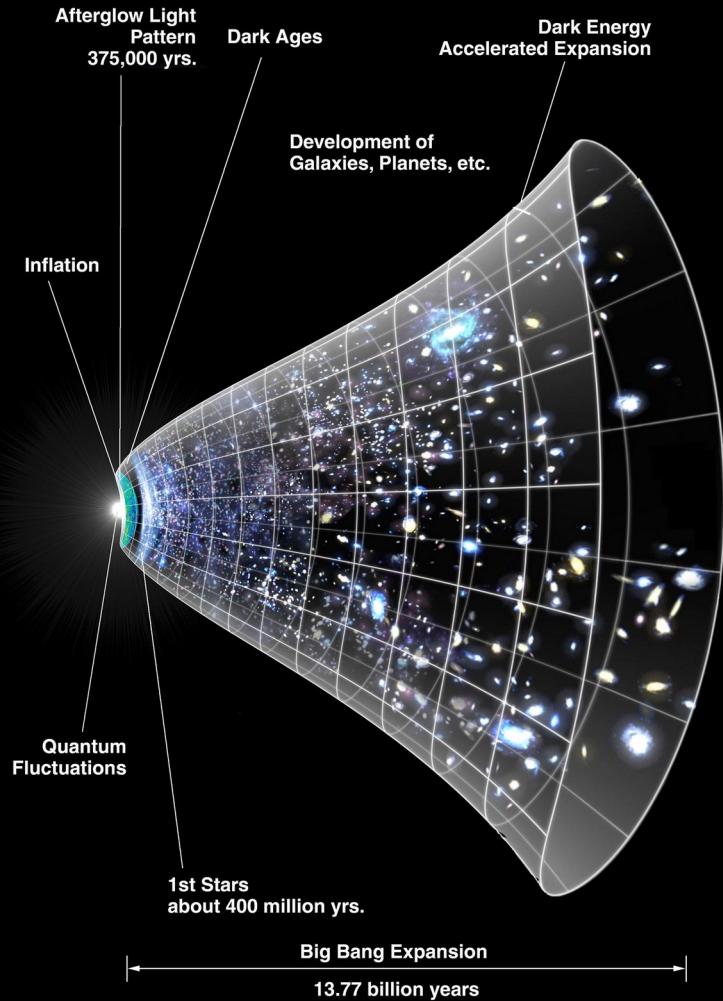
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



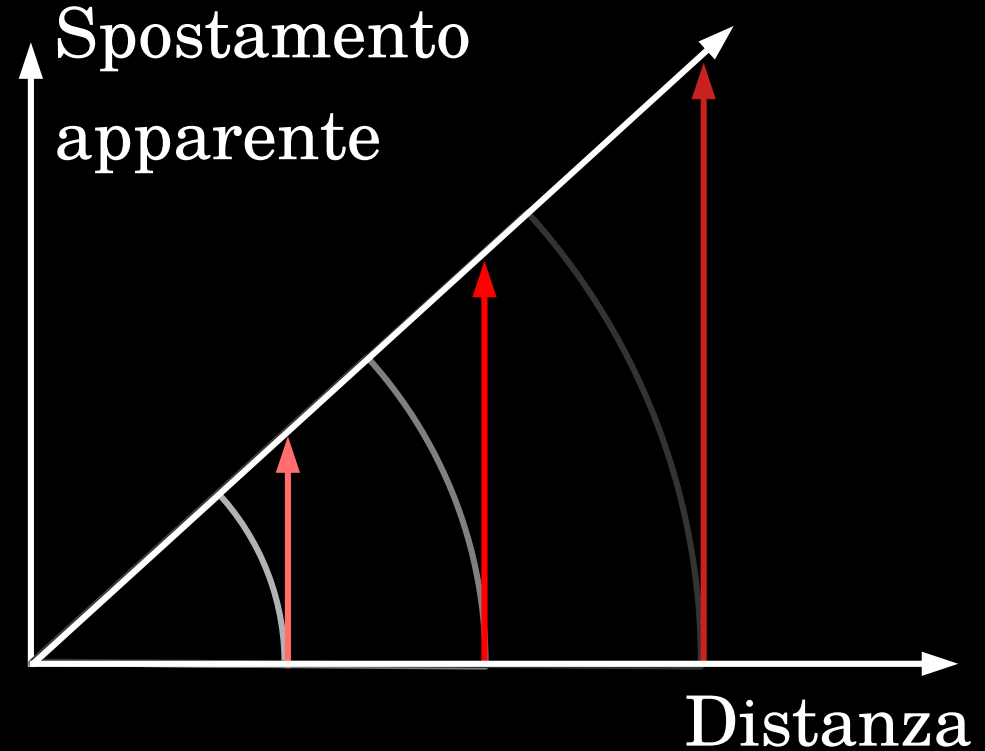
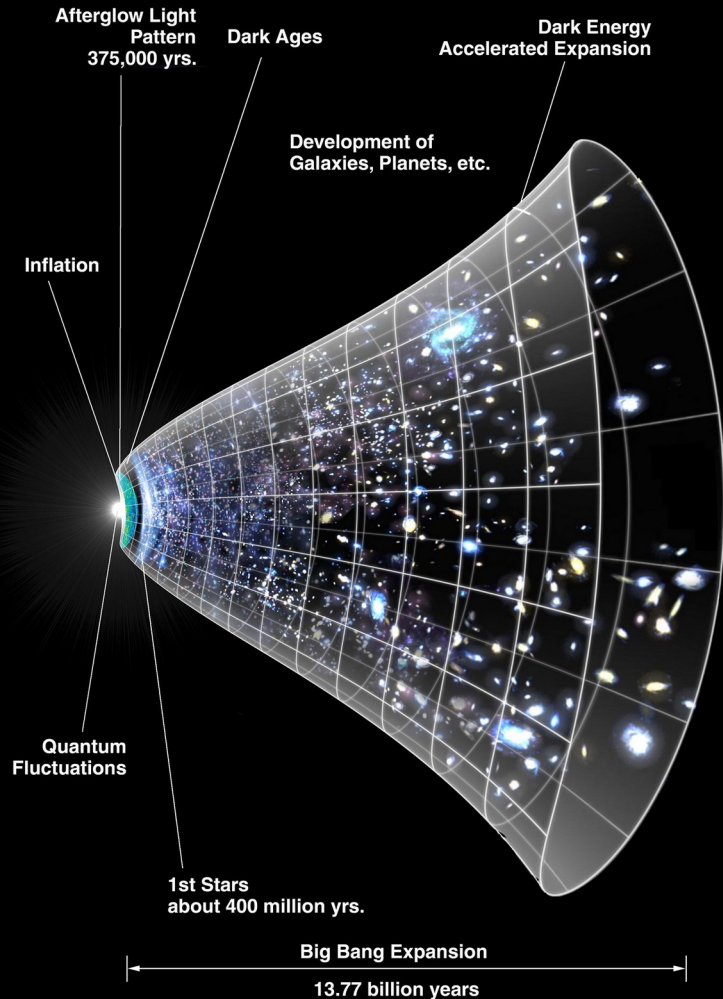
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



Oggetti più lontani sembrano  
allontanarsi più velocemente

# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



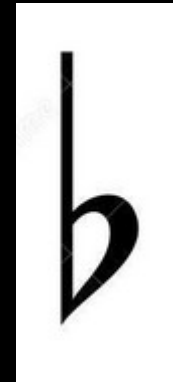
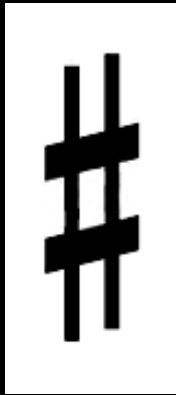
Formula 1

Ferrari V12



# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione

Effetto **Doppler**: la frequenza di un'onda è modulata dal movimento apparente

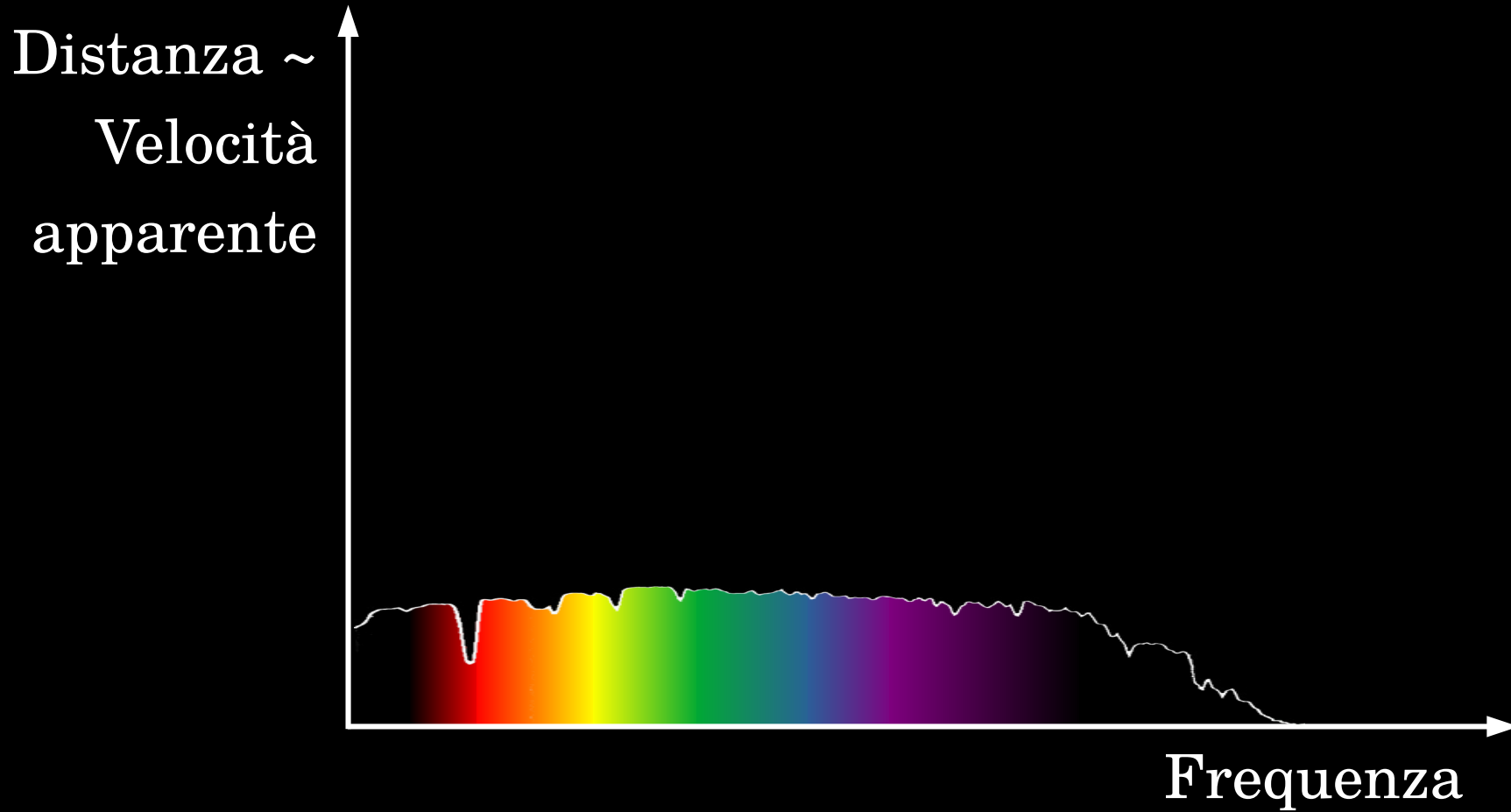


← Avvicinamento

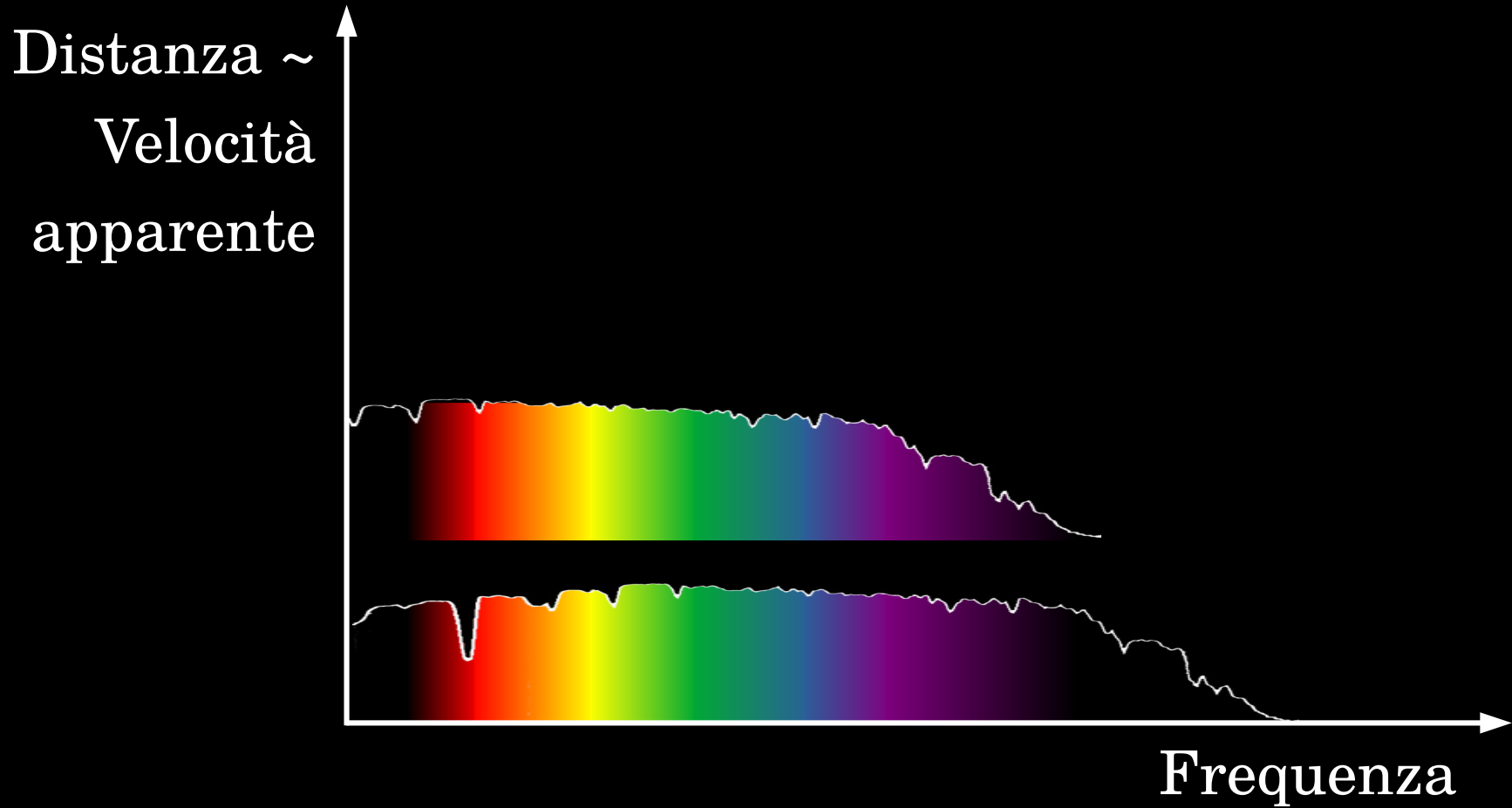
Velocità

→ Allontanamento

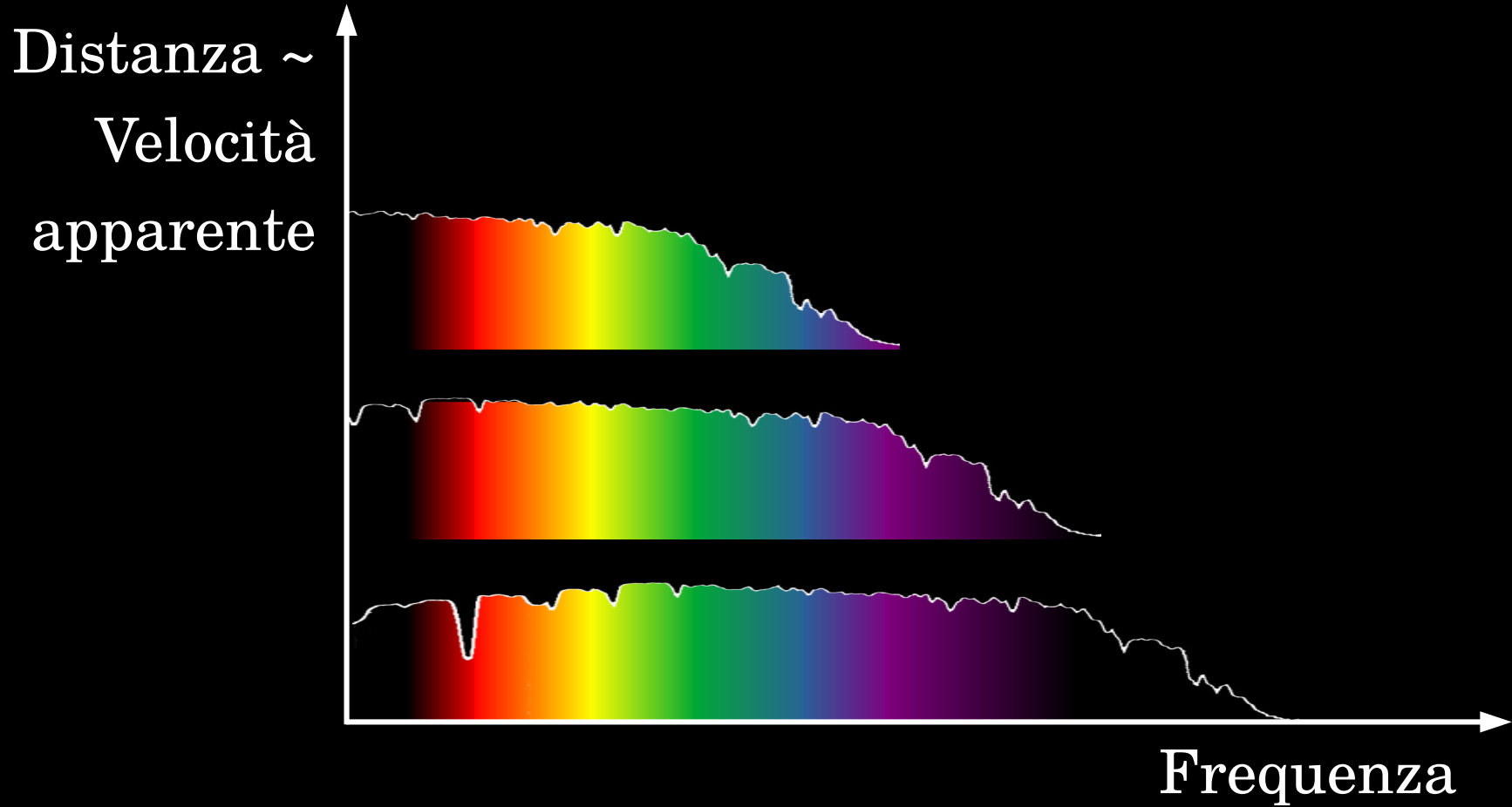
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



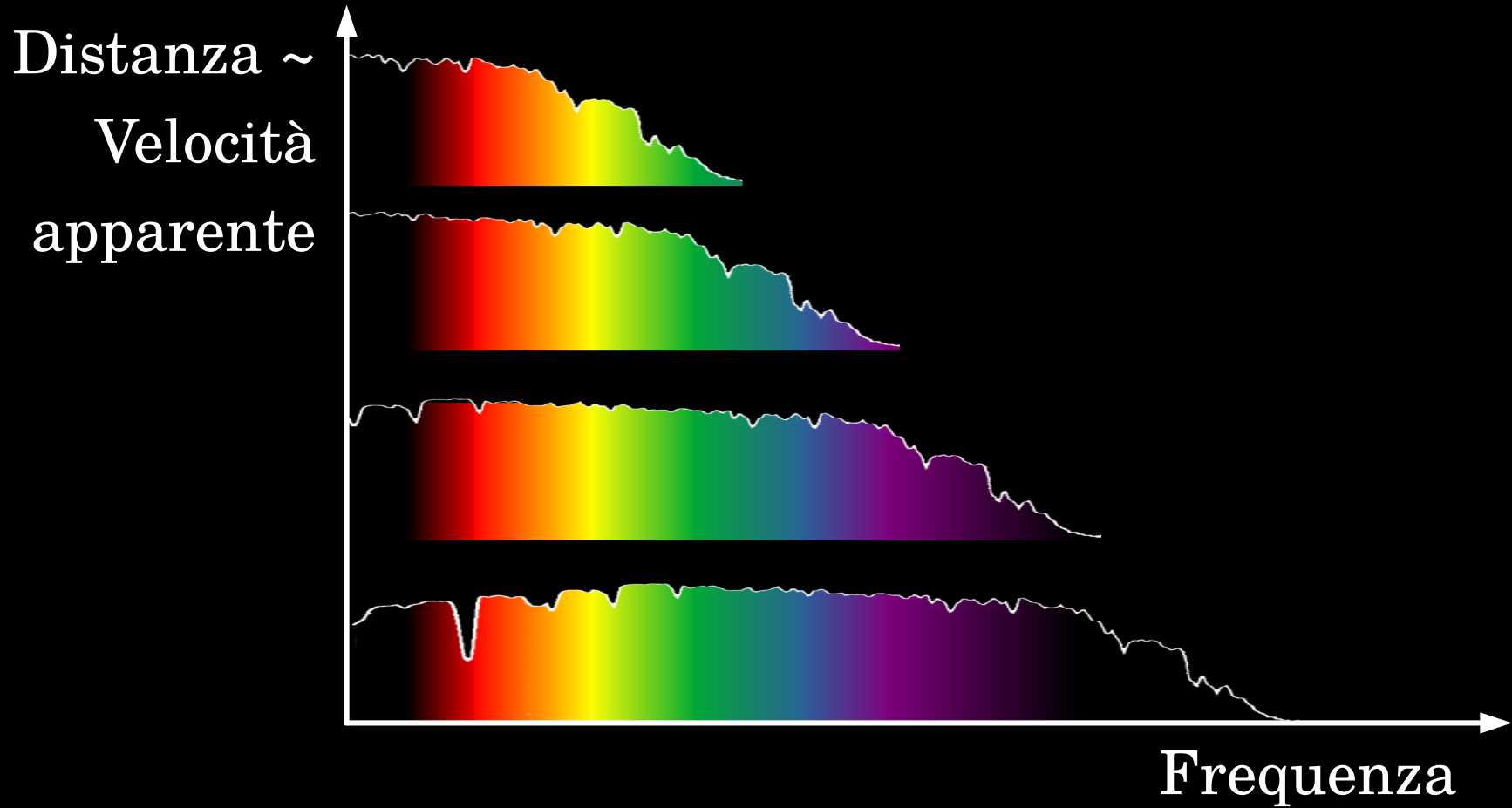
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



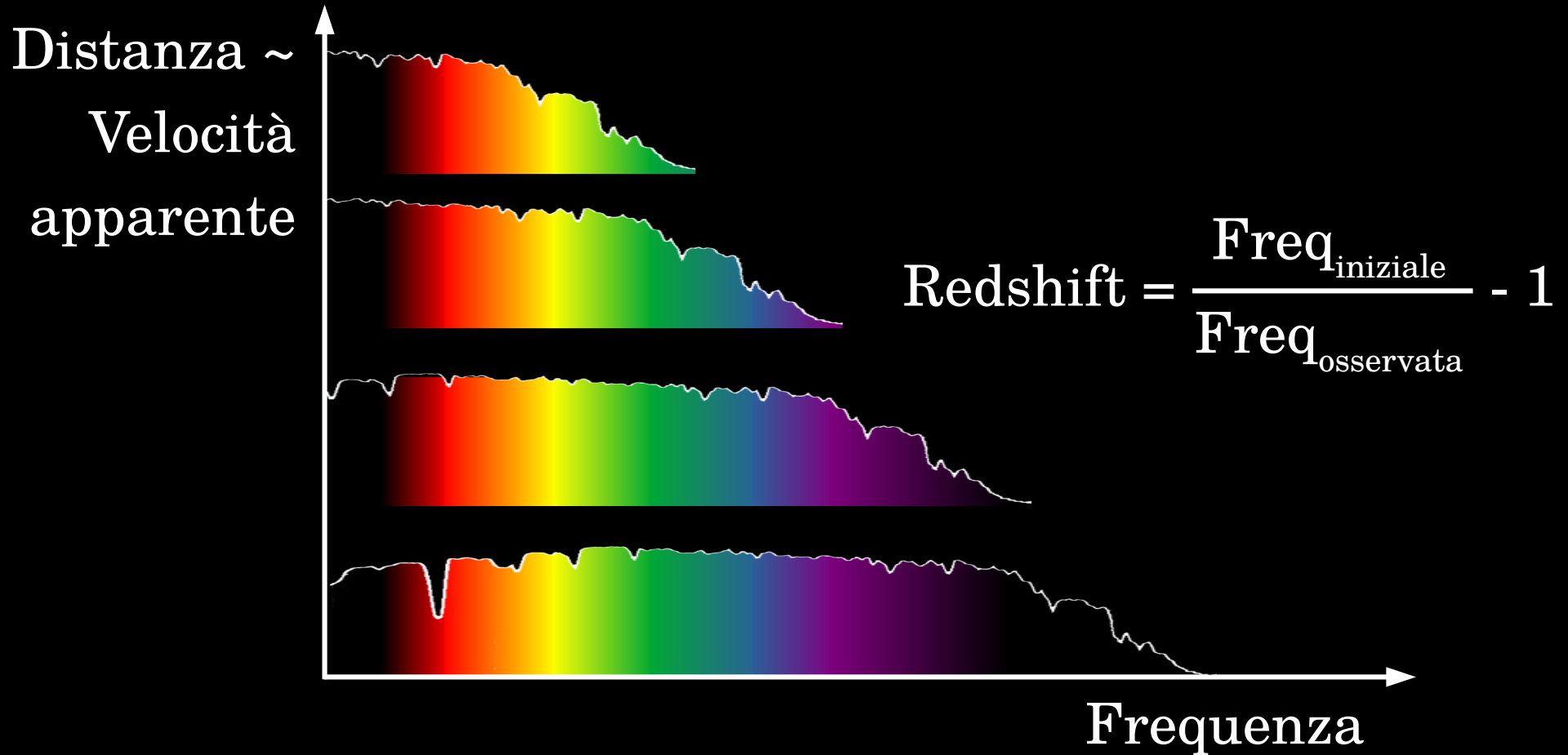
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



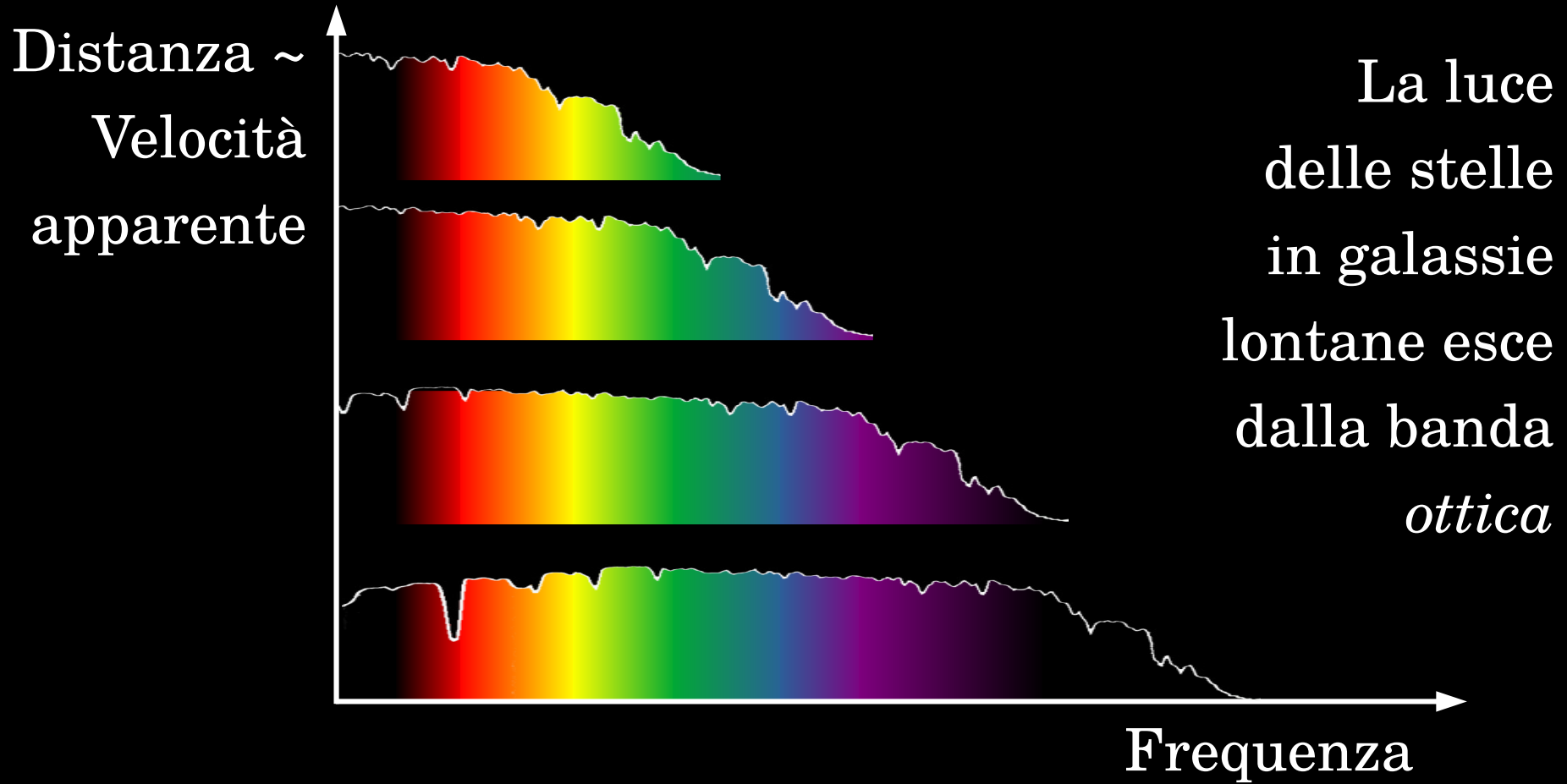
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



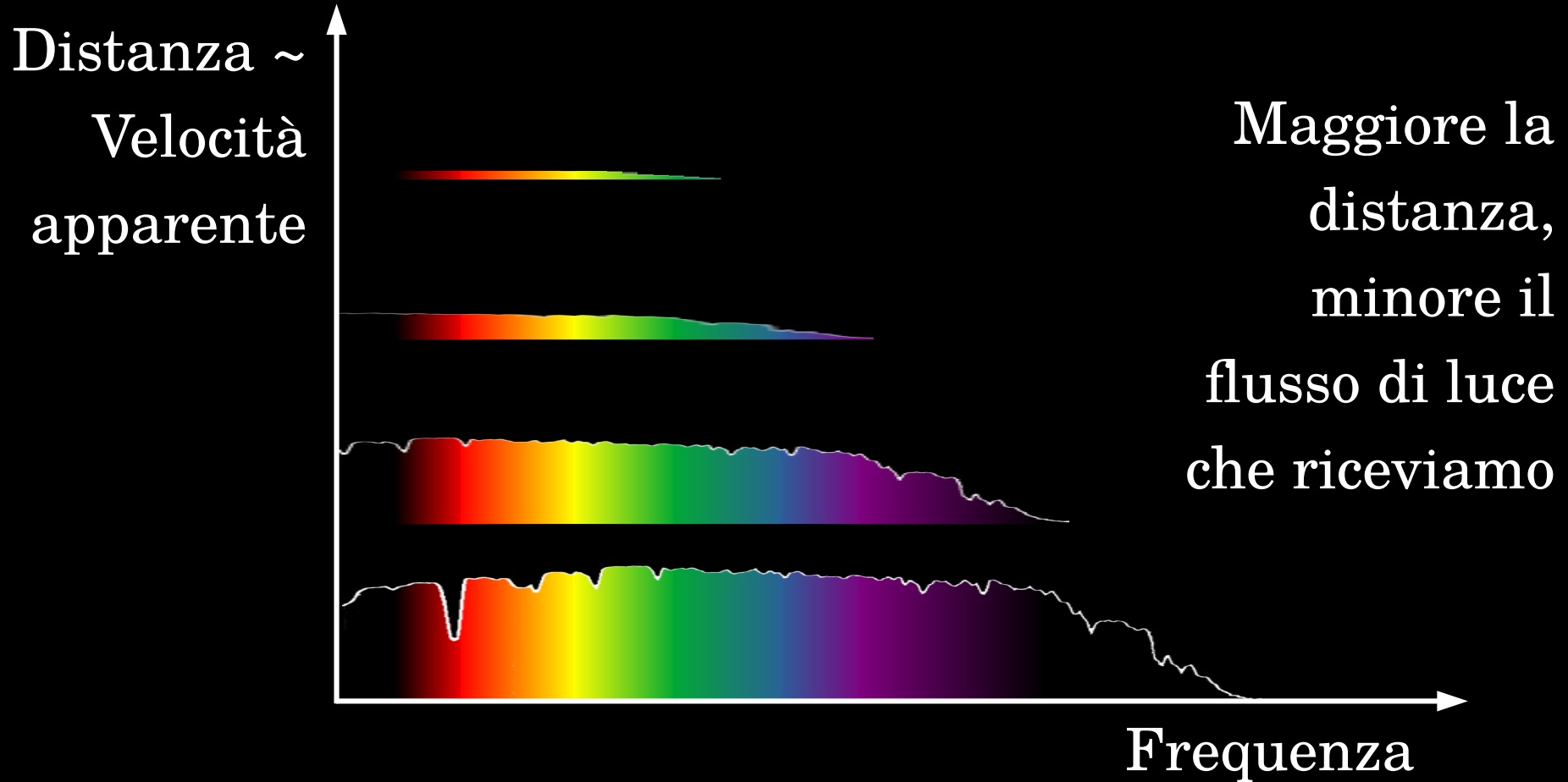
# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione



# Un ingrediente in più: l'Universo in espansione





# Immagini profonde

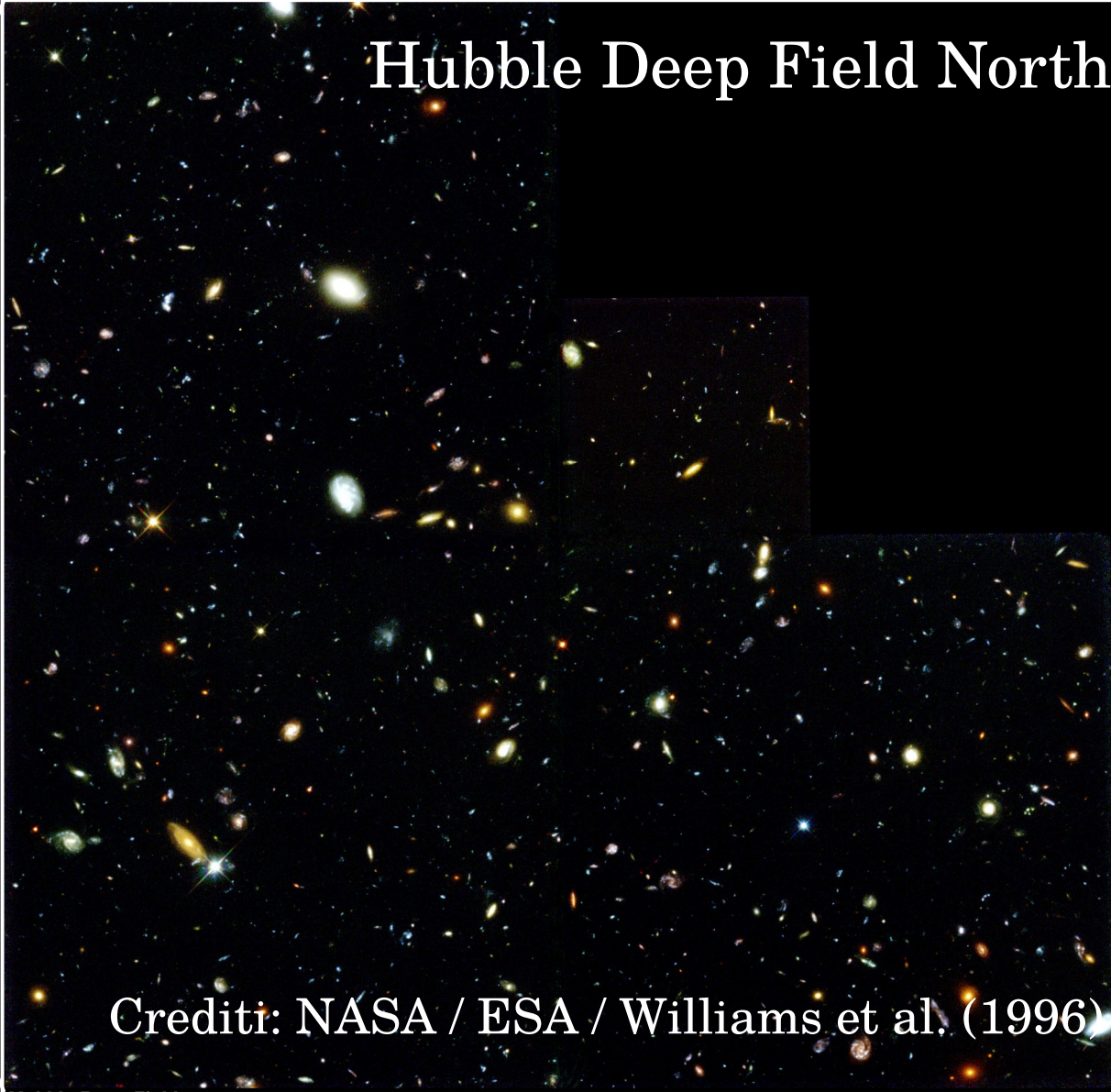




Immagini profonde



Hubble Deep Field North



Crediti: NASA / ESA / Williams et al. (1996)

Immagini profonde



Hubble Ultra  
Deep Field  
(Beckwith et al. 2006)

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

1) Immagini molto **profonde**

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

1) Immagini molto **profonde**

2) Sensibili alla luce del vicino e medio **infrarosso**

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

1) Immagini molto **profonde**

2) Sensibili alla luce del vicino e medio **infrarosso**

3) Capaci di vedere dettagli attraverso la **polvere**



Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

1) Immagini molto **profonde**

→ **Grande specchio**

2) Sensibili alla luce del vicino e medio **infrarosso**

3) Capaci di vedere dettagli attraverso la **polvere**

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

1) Immagini molto **profonde**

→ **Grande specchio**

2) Sensibili alla luce del vicino e medio **infrarosso**

→ **Fuori dall'atmosfera**

3) Capaci di vedere dettagli attraverso la **polvere**

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

1) Immagini molto **profonde**

→ **Grande specchio**

2) Sensibili alla luce del vicino e medio **infrarosso**

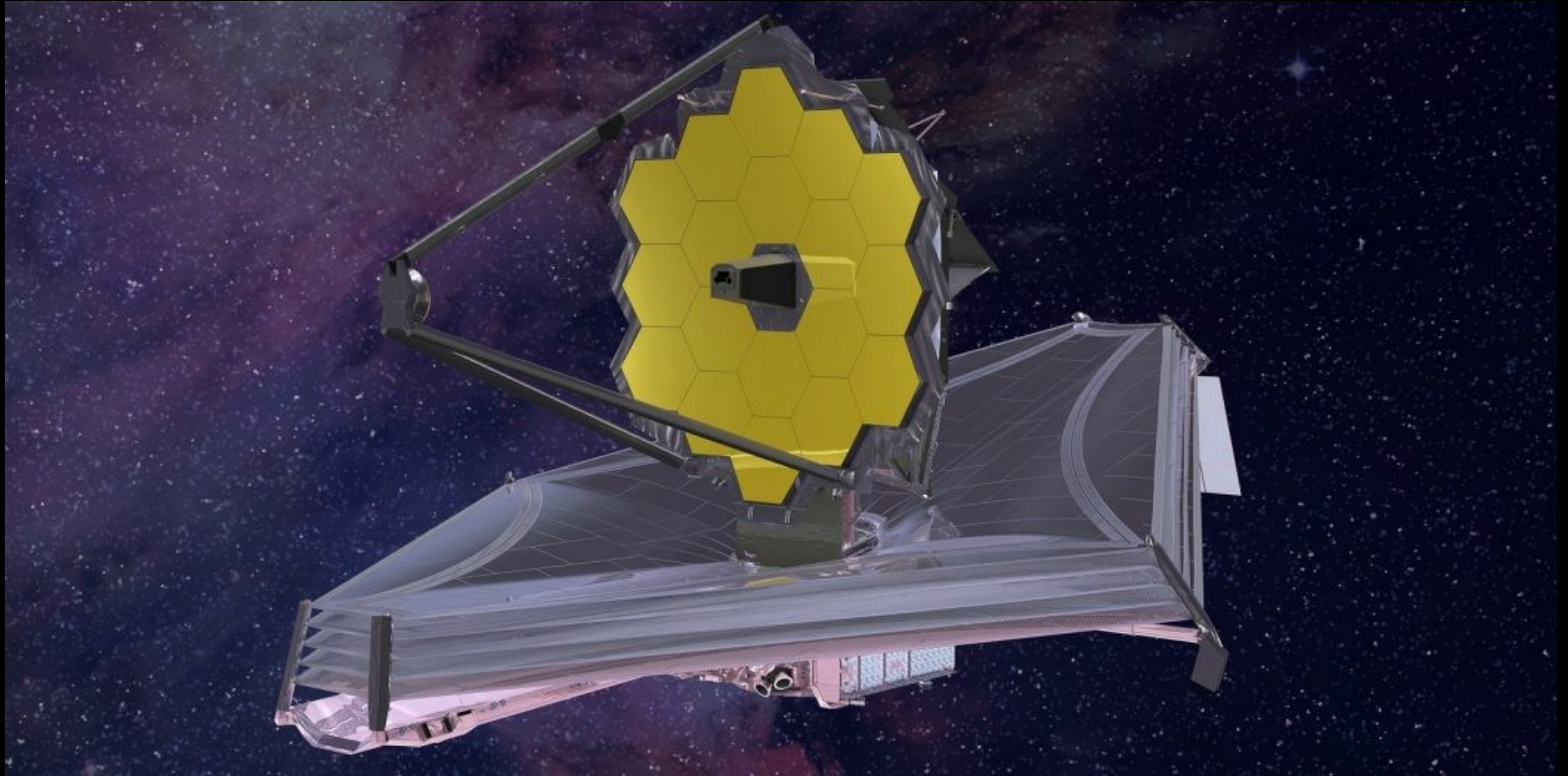
→ **Fuori dall'atmosfera**

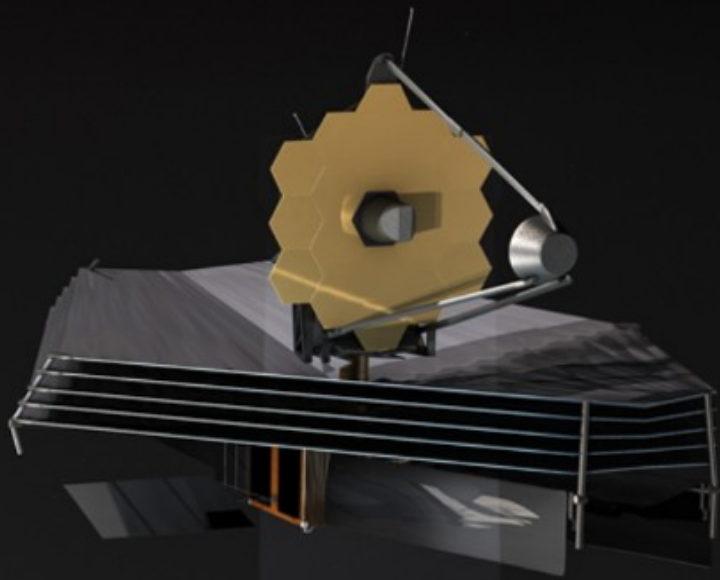
3) Capaci di vedere dettagli attraverso la **polvere**

→ **Alta risoluzione nell'infrarosso**

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...

Ricapitolando, abbiamo bisogno di...





Crediti: NASA

# La lezione di Guido Horn

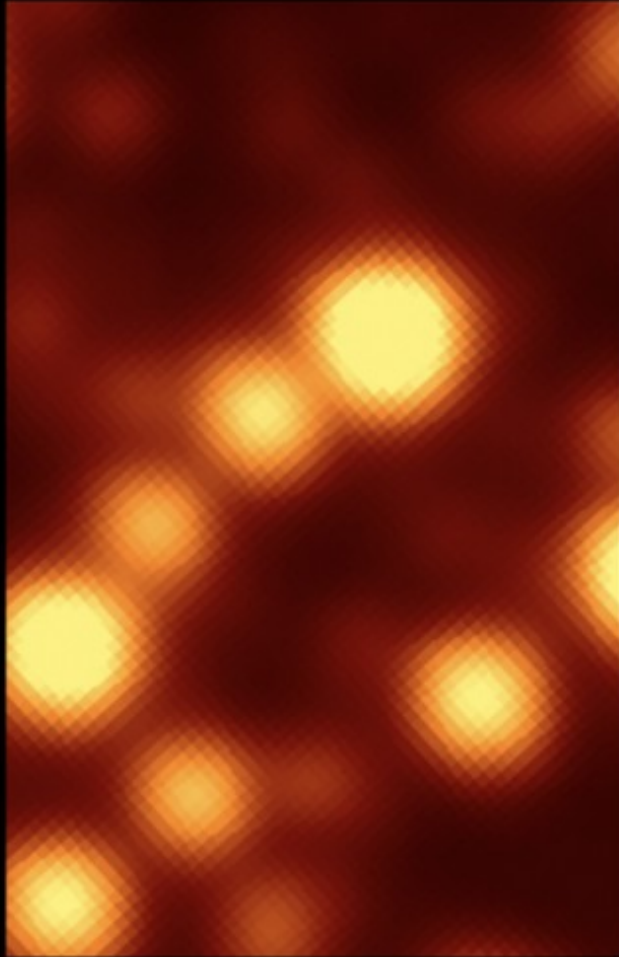


Crediti: Museo Ebraico di Bologna

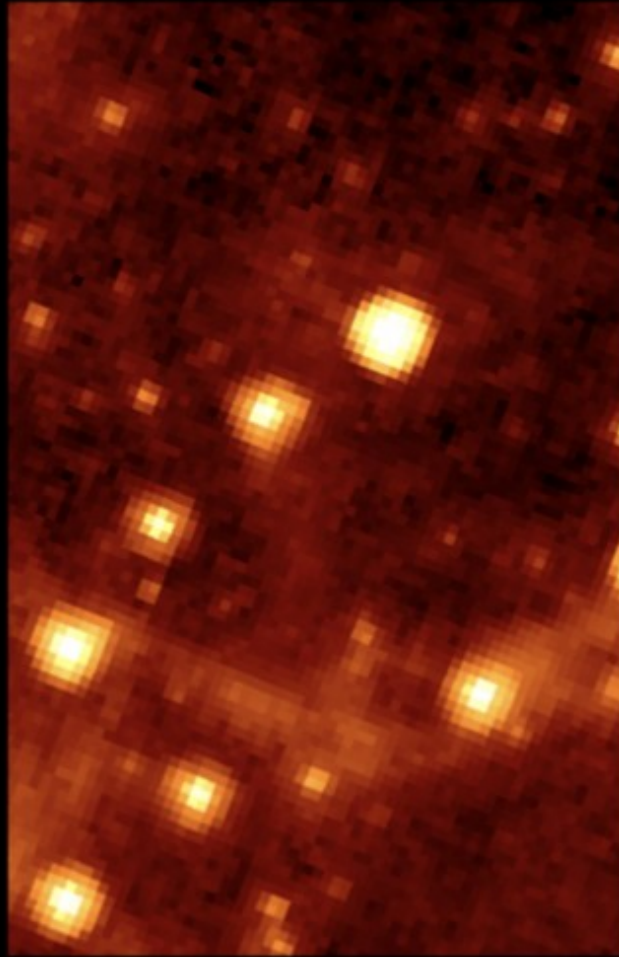




# L'evoluzione dei telescopi spaziali infrarossi



WISE W2 4.6  $\mu\text{m}$



Spitzer/IRAC 8.6  $\mu\text{m}$



JWST/MIRI 7.7  $\mu\text{m}$





I “Pilastri della  
creazione”,  
da HST a JWST

HST



I “Pilastrini della  
creazione”,  
da HST a JWST

**JWST / NIRCam**



I “Pilastrini della  
creazione”,  
da HST a JWST

JWST / MIRI

# La galassia “Ruota di carro”



# La galassia “Ruota di carro”





Hubble / Optical



Hubble & Webb



Webb / Infrared



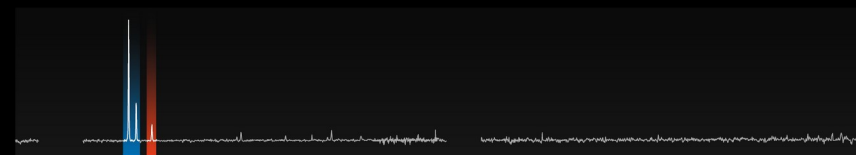
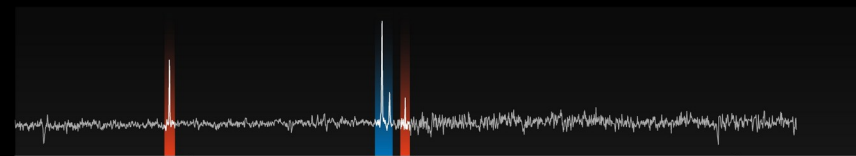
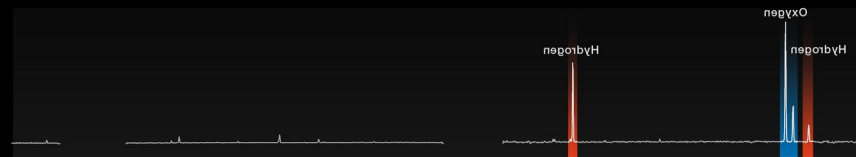
# Il quintetto di Stephan



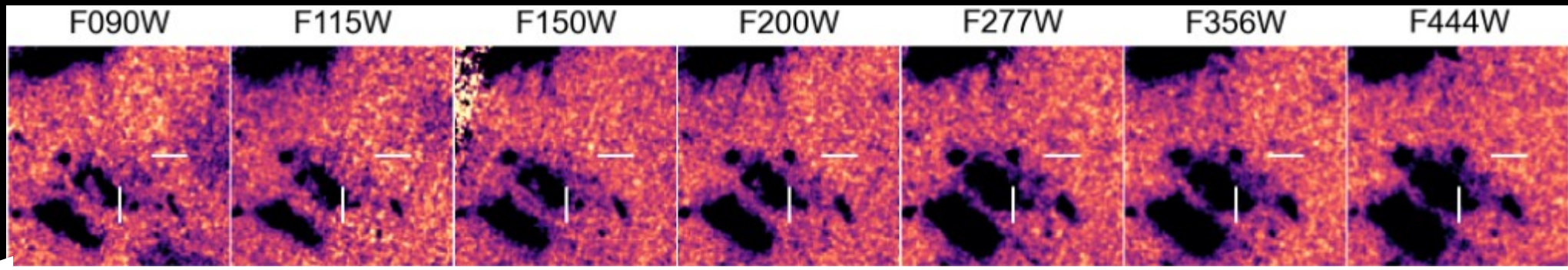
Il campo dell'ammasso  
SMACS 0723



# Distanza

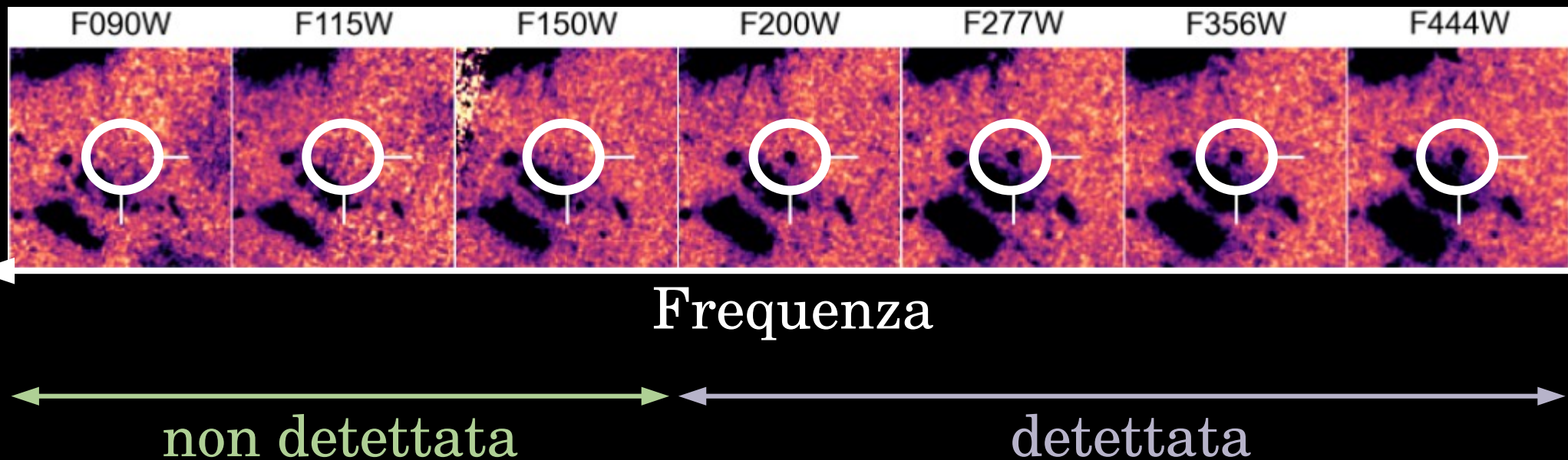


# Le prime galassie viste con JWST

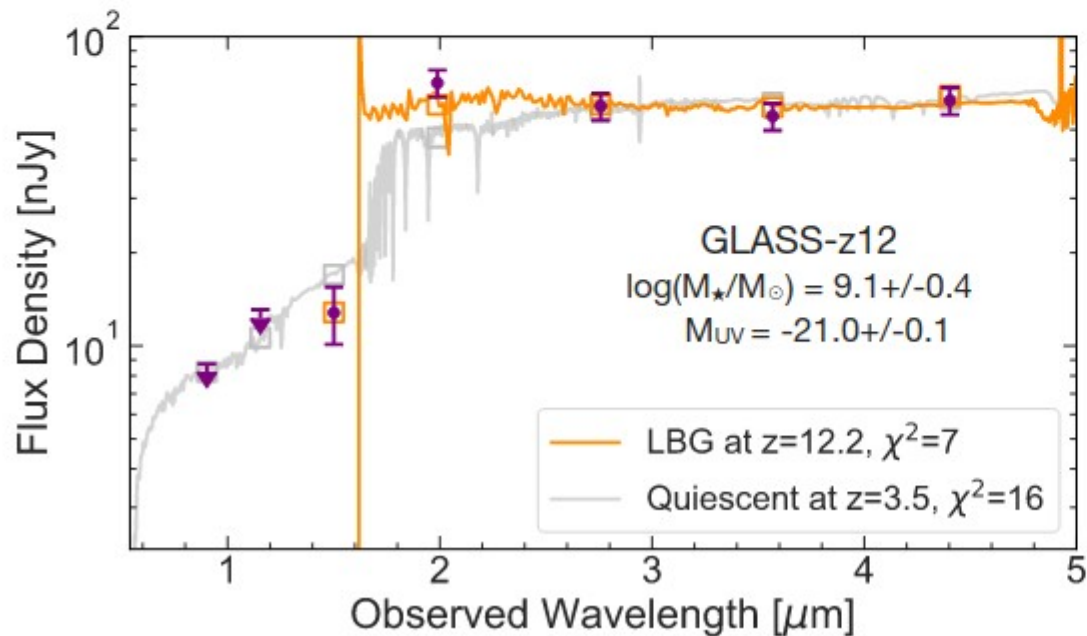
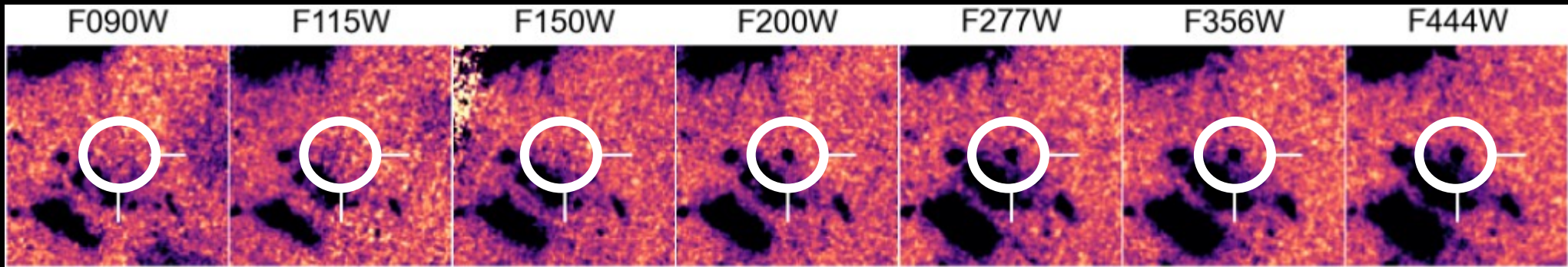


Frequenza

# Le prime galassie viste con JWST



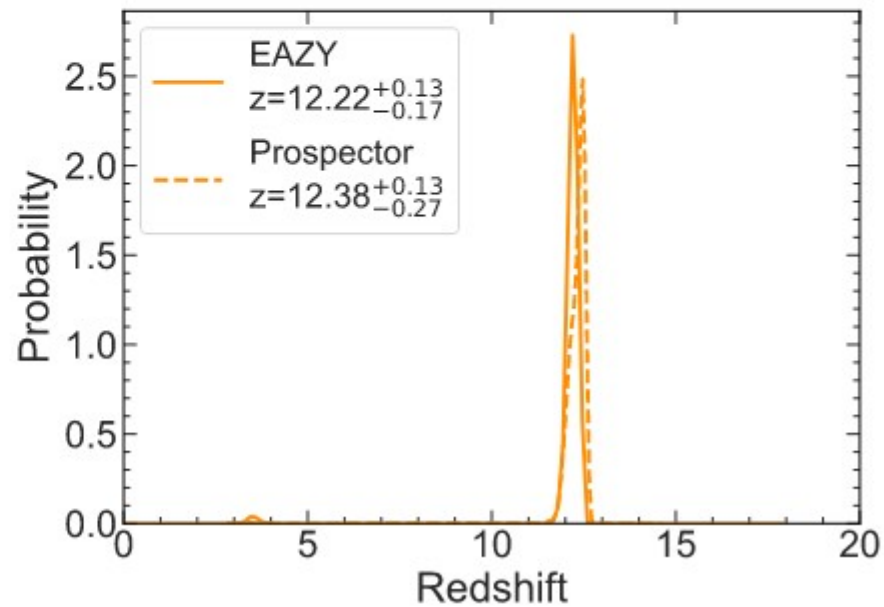
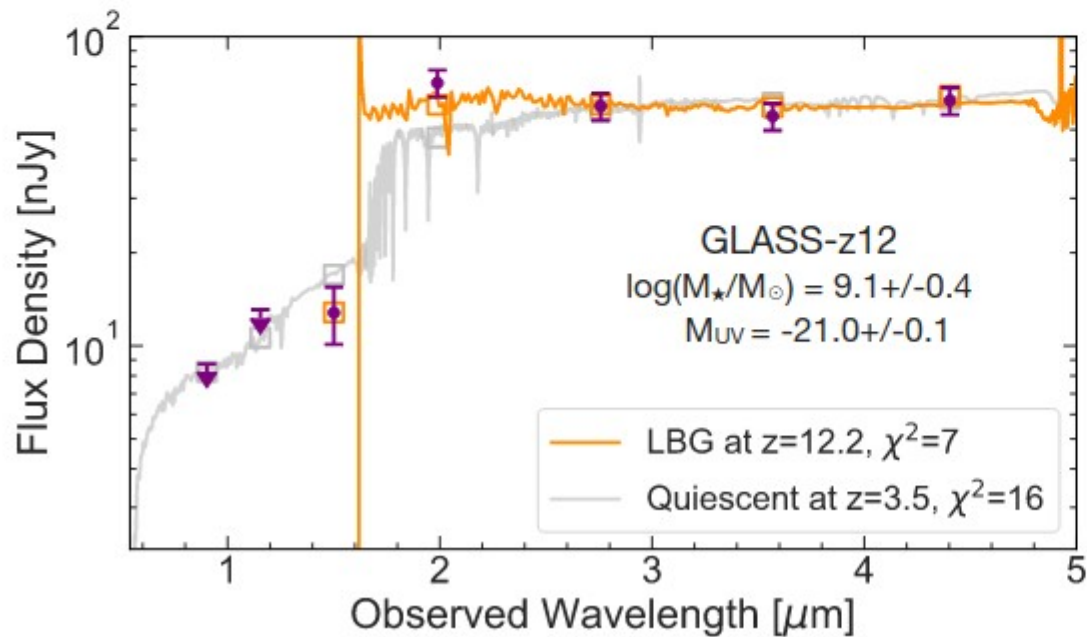
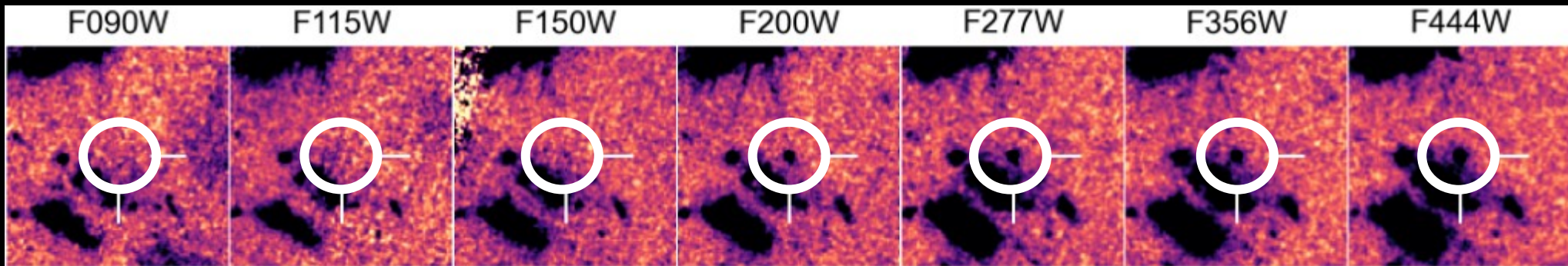
# Le prime galassie viste con JWST



Naidu et al. (2022),  
Castellano et al. (2022)

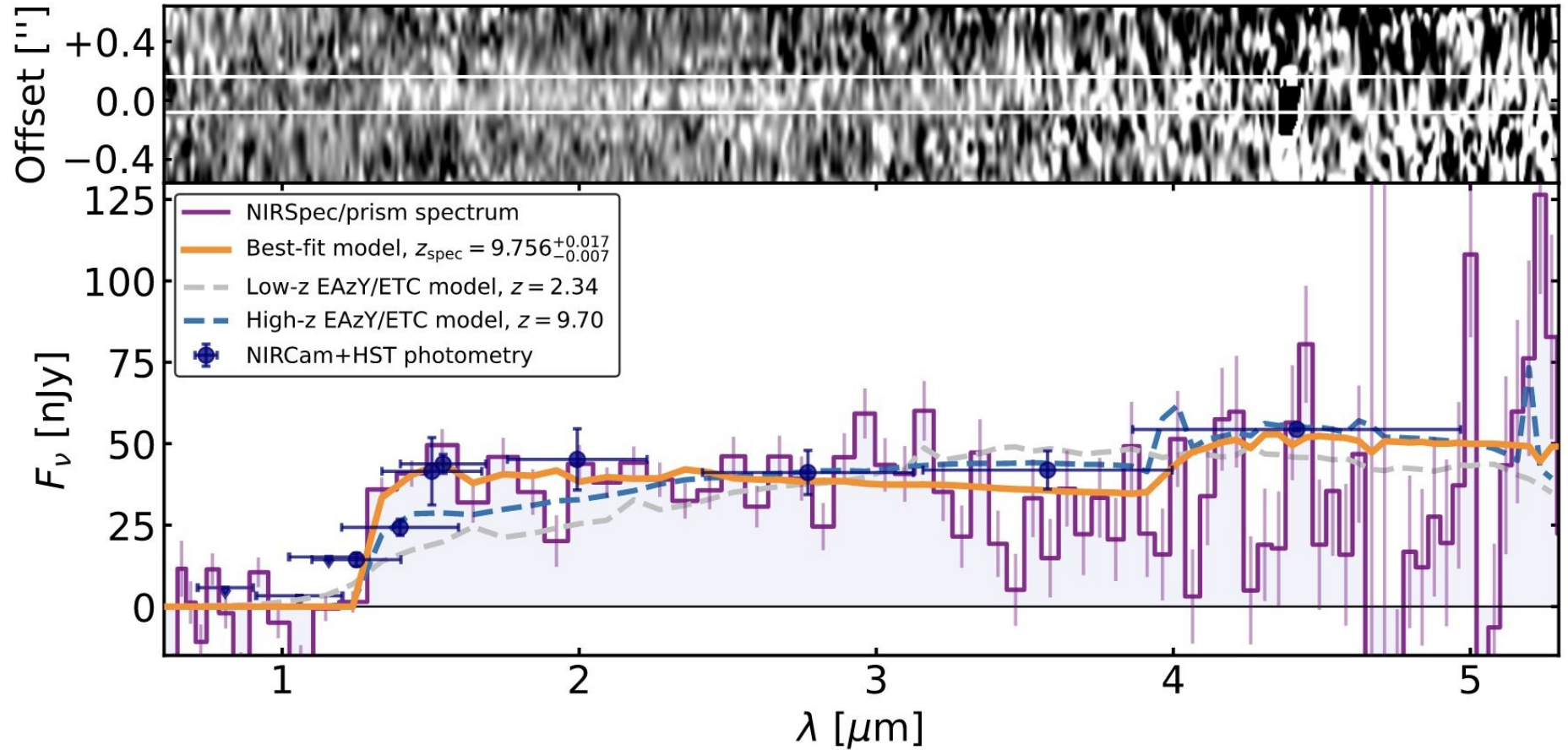
# Le prime galassie viste con JWST

Naidu et al. (2022)



# Le prime galassie viste con JWST

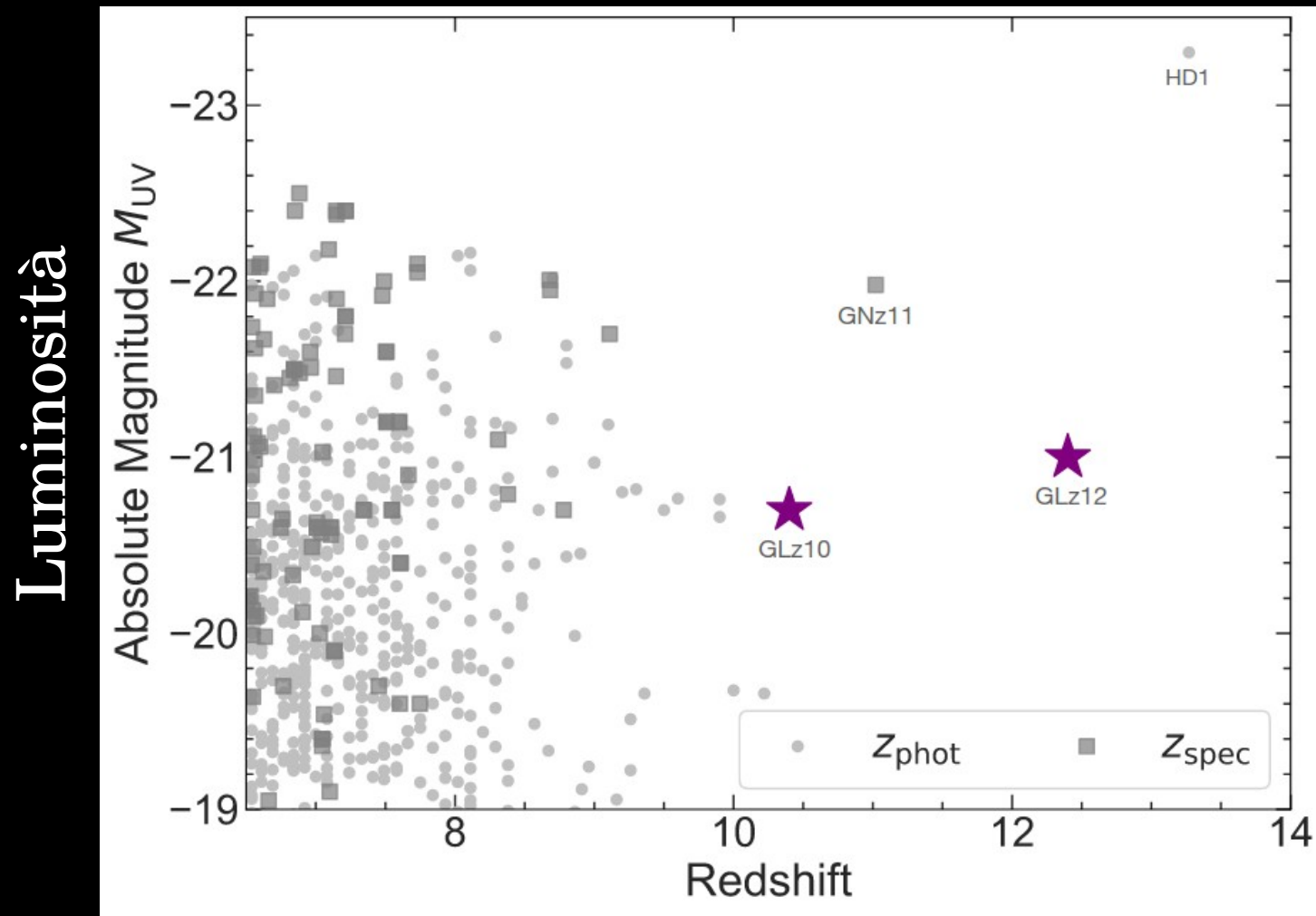
Roberts-Borsani et al. (2022)





# Le prime galassie viste con JWST

Naidu et al. (2022)

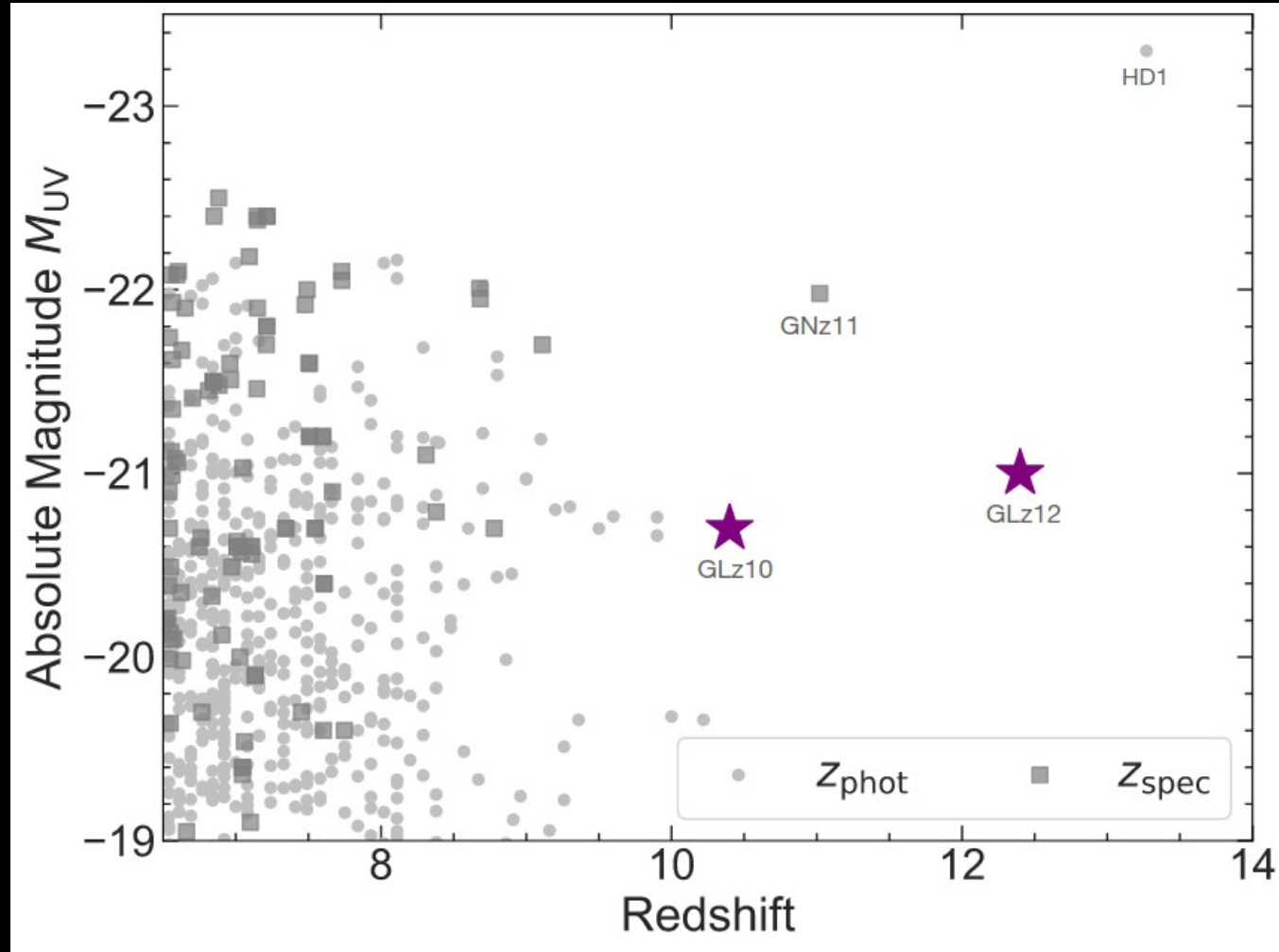


# Le prime galassie viste con JWST

Naidu et al. (2022)

Troppe e  
troppo  
brillanti?

Luminosità



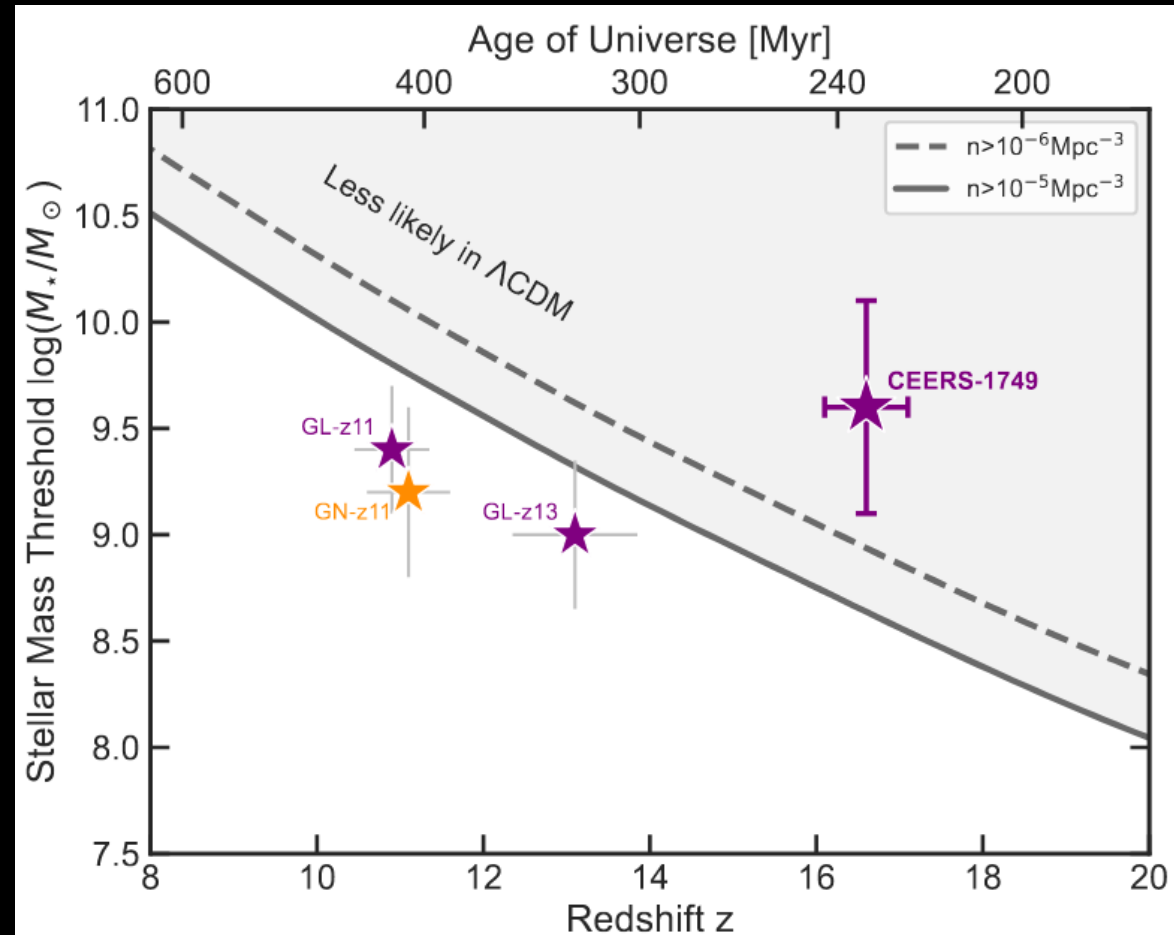
# Le prime galassie viste con JWST

Naidu et al. (2022b)

## Età dell'Universo

Troppe e  
troppo  
brillanti?

Massa massima in stelle



# Le prime galassie viste con JWST



Dati  
pubblici

# Le prime galassie viste con JWST



Dati  
pubblici



Primi  
candidati  
annunciati

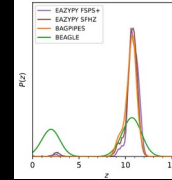
# Le prime galassie viste con JWST



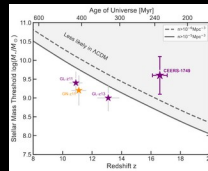
Dati  
pubblici



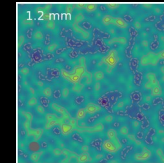
Primi  
candidati  
annunciati



Rianalisi  
da gruppi  
indipendenti

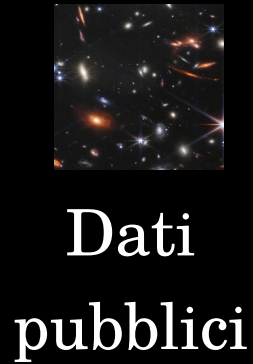


Confronto  
con modelli  
teorici

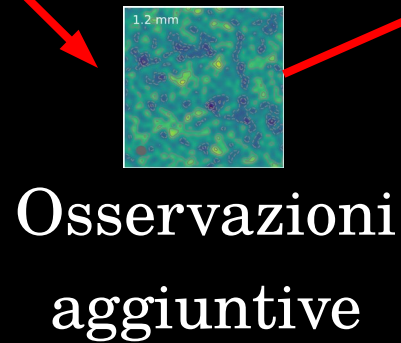
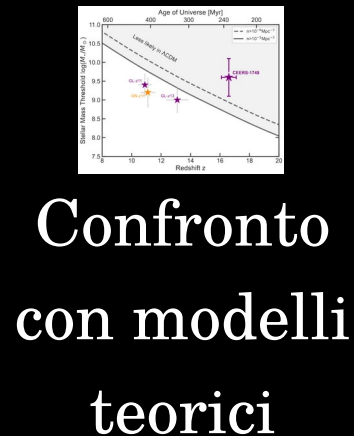


Osservazioni  
aggiuntive

# Le prime galassie viste con JWST




Primi candidati annunciati



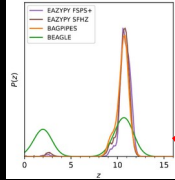
Candidati confermati

Candidati rigettati

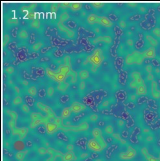
# Le prime galassie viste con JWST

  
Dati  
pubblici

→   
Primi  
candidati  
annunciati

→   
Rianalisi  
da gruppi  
indipendenti

→   
Confronto  
con modelli  
teorici

→   
Osservazioni  
aggiuntive

Candidati  
confermati

Vita reale

Candidati  
rigettati



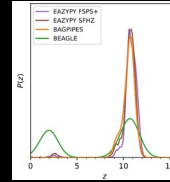
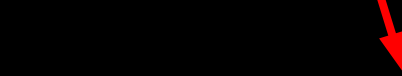
# Le prime galassie viste con JWST



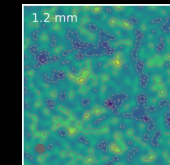
Dati  
pubblici



Primi  
candidati  
annunciati



Rianalisi  
da gruppi  
indipendenti



Osservazioni  
aggiuntive

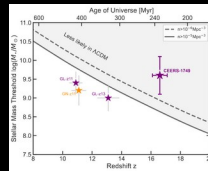
Candidati  
confermati

Vita reale

Candidati non  
affidabili?



Confronto  
con modelli  
teorici



Candidati  
rigettati

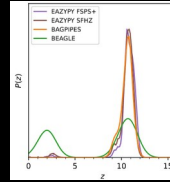
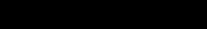
# Le prime galassie viste con JWST



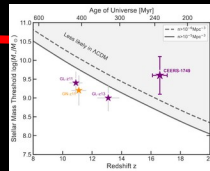
Dati  
pubblici



Primi  
candidati  
annunciati

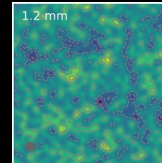
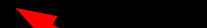


Rianalisi  
da gruppi  
indipendenti



Candidati non  
affidabili?

Confronto  
con modelli  
teorici

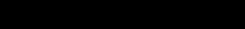
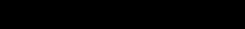


Osservazioni  
aggiuntive

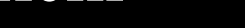


Candidati  
confermati

Vita reale



Candidati  
rigettati



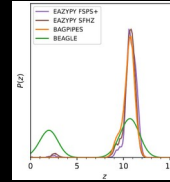
# Le prime galassie viste con JWST



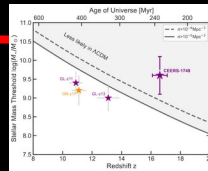
Dati pubblici



Primi candidati annunciati



Rianalisi da gruppi indipendenti



Candidati non affidabili?

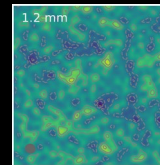


Modelli da rifare?

Confronto con modelli teorici



Osservazioni aggiuntive



Candidati confermati

Vita reale

Candidati rigettati

Ma... quanto costa?

# Ma... quanto costa?

JWST

8.8 b\$ costruzione

10.8 b\$ totale



# Ma... quanto costa?

|   |  |
|---|--|
| Passante<br>di Bologna<br>(2022)<br>2 b\$ | JWST<br>8.8 b\$ costruzione<br>10.8 b\$ totale |
|---|--|



# Ma... quanto costa?

Passante  
di Bologna  
(2022)  
2 b\$

JWST  
8.8 b\$ costruzione  
10.8 b\$ totale

Whatsapp  
(2014)  
19 b\$

Twitter  
(2022)  
44 b\$



# Ma... quanto costa?

Passante  
di Bologna  
(2022)  
2 b\$

JWST  
8.8 b\$ costruzione  
10.8 b\$ totale

Spesa militare  
italiana in  
Afghanistan  
(2001-2018)  
8.9 b\$

Whatsapp  
(2014)  
19 b\$

Twitter  
(2022)  
44 b\$





# Ma... quanto costa?

JWST

8.8 b\$ costruzione

10.8 b\$ totale

Spesa militare USA in Afghanistan (2001-2018)

730 b\$



